

Leveäkaistainen moottoriliikennetie

Vt 4 Asemakylä - Ränänperä



Tielaitos
TIEL/20
[LEVEÄKAISTAISEN MOOTTORILI
IKENNETIEN TUTKIMUKSIA
22.02.1995 KK 21
Asian tun:384/95/20/TIEL
Ark=KK Säil=20 Tärk=
Liite 1/2

Tielaitoksen
selvityksiä

43/1994

Helsinki 1994

Kehittämiskeskus

Tielaitoksen selvityksiä
43/1994

Kimmo Saastamoinen

Leveäkaistainen moottoriliikennetie

Vt 4 Asemakylä - Räinenperä

Tielaitos
Kehittämiskeskus

Helsinki 1994

ISSN 0788-3722
ISBN 951-47-9435-4
TIEL 3200252

Painatuskeskus Oy
Helsinki 1995

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefaksi (90) 1487 2652

Tielaitos

Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

SAASTAMOINEN, KIMMO: Leveäkaistainen moottoriliikennetie - Vt 4 Asemakylä-Räinänperä. [Bredfältig motortrafikled - Rv 4 Asemakylä-Räinänperä, Wide-lane semi-motorway - Main road 4 Asemakylä-Räinänperä]. Helsinki 1994. Tielaitos, kehittämiskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 43/1994, 44 s. + liitteitä 13 s. ISBN 951-47-9435-4, ISSN 0788-3722, TIEL 3200252.

Aiheluokka: 00,21

Asiasanat: Ajokaistat, koetiet, talvikunnossapito, liikennevirta, liikennetutkimukset, moottoriliikennetie

Tiivistelmä

Leveäkaistainen moottoriliikennetie otettiin käyttöön Oulun pohjoispuolella Vt4:llä välillä Asemakylä - Räinänperä syyskuussa 1993. Leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä ajokaistaleveys on 5.25 metriä, kun se normaalilla moottoriliikennetiellä on 3.75 metriä. Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratoriossa tarkasteltiin leveäkaistaisen moottoriliikennetien soveltuvuutta Suomen oloissa mittaamalla ajokäyttäytymistä liikenteen automaattisen mittausjärjestelmän (LAM) pisteiden ja siirrettävien tarkkailupisteiden perusteella.

Ajonopeus on yleensä leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä normaaliin moottoriliikennetiehen verrattuna kesäaikana 2...3 km/h ja talviaikana noin 1 km/h korkeampi. Ruotsalaiseen tutkimukseen verrattuna ajonopeuksien muutos päiväliikenteessä on likipitään samansuuruinen, mutta yöliikenteessä nopeuksien kohoaminen on henkilöautoilla selvästi vähäisempää Suomessa kuin Ruotsissa.

Alle 0.5 sekunnin ajoneuvovälien määrä jonossa on suurin leveäkaistaisen osuuden pisteillä. Tämä johtuu siitä, että ohitustilanteissa osa ajoneuvoista on leveällä osuudella "limittäin" tai rinnakkain samalla kaistalla, jolloin ajoneuvojen aikavälit toisiinsa nähden voivat olla hyvin pieniä. Jonossa ajavien osuus alenee leveäkaistaisella osuudella kesällä 2...4 % normaaliosuuteen verrattuna, mutta talvella jonoprosentti ei alene.

Kesäoloissa tehdyissä ajoneuvon sijaintimittauksissa havaittiin, että kaikkein ajoneuvojen osalta vasemman renkaan etäisyys keskiviivasta on lähes sama sekä normaaliosuudella että leveällä tiellä, mutta keskihajonta on noin kaksinkertainen leveällä osuudella. Näin ollen ajoneuvon kuljettajat valitsevat kesäolosuhteissa ajopaikkansa sivusuunnassa vapaammin leveäkaistaisella osuudella.

Talvikaudella 1993-94 leveäkaistainen moottoriliikennetie ei täysin toiminut tarkoitetulla tavalla, sillä oman ajopaikan valinta vaikeutui huomattavasti lumipolanteiden vuoksi. Toisaalta myös liikennemäärä talvella on jopa alle 4000 ajon/vrk, joten jonoutumista tai ohitustarvetta ei liiemmin esiinny. Ensimmäisenä kokeilutalvena talvikunnossapidossa liukkaudentorjunnan (suolauksen) työ määrää arvioitiin noin 1.5 -kertaiseksi normaaliin osuuteen verrattuna ja koko talvihoitokustannusten lisääntyminen arvioitiin olevan noin 10 %:ia. Suolausta tultaneen tulevana talvikausina lisäämään ensimmäisen talvikauden määrästä, jotta ajoneuvojen sivusuuntaisen paikan valinta olisi vapaampaa myös talvella ja nastarenkaiden aiheuttama päällysteen urautuminen vähäisempää. Talvihoidon kustannukset ovat tällöin arviolta 15...20 %:ia normaalia moottoriliikennetietä suuremmat.

Key words: traffic lanes, test roads, winter maintenance, traffic flow, traffic studies, semi-motorway

Abstract

Following the opening of a stretch of wide-lane semi-motorway on main road 4 between Asemakylä and Räinänperä, north of Oulu, in September 1993, the Road and Transport Laboratory at the University of Oulu set out to examine the suitability of such semi-motorways for the conditions prevailing in Finland by measuring driving behaviour on the basis of data obtained from the traffic monitoring system (TMS). The stretch of semi-motorway concerned has a lane width of 5.25 m as opposed to 3.75 m for conventional semi-motorways.

Driving speeds were usually 2...3 km/h higher on the wide-lane stretch than on an ordinary semi-motorway in summer, and approx. 1 km/h higher in winter. The increase in driving speed recorded for daytime traffic in Finland more or less corresponded to the figure obtained in a similar survey in Sweden, but that for private cars at night was less marked than in Sweden.

The number of intervals under 0.5 s between successive vehicles was largest at measurement points located beside the wide-lane stretch. This was attributable to the fact that a part of the overtaking vehicles were sometimes driving partly or entirely side by side in the same line. The proportion of vehicles driving head-to-tail declined by 2...4% on the wide-lane road, relative to the normal road in summer, but remained unchanged in winter.

Location measurements performed in summer indicated that the distance between the left wheel and centre line was almost the same on both types of road, but the standard deviation was found to be approximately twice as high on the wide-lane road. This suggests that drivers position their vehicles more freely on the wide-lane stretch in summer.

The wide-lane semi-motorway discussed here did not function quite as well as expected in the winter of 1993-1994, as packed snow accumulating on the road hampered the drivers' selection of vehicle position. On the other hand, traffic volume in winter can be less than 4000 vehicles a day, so that no extensive queues form and there is little overtaking. The amount of de-icing work required in the first winter (salting) was estimated to be approximately 1.5 times greater than in a normal situation, and total winter maintenance costs rose by approximately 10%. It is likely that salting will be increased next winter in order to facilitate drivers' selection of vehicle position on the road in winter as well, and thereby to reduce ruts in the pavement caused by studded tyres. Estimated winter maintenance costs would then be some 15...20% higher than for an ordinary stretch of semi-motorway.

Alkusanat

Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratorio on tielaitoksen kehittämiskeskuksen toimeksiannosta selvittänyt leveäkaistaisen moottoriliikennetien soveltuvuutta Suomen oloihin. Tässä tutkimuksessa on keskitytty ajonopeuksiin, aikaväleihin, joutumiseen, ajoneuvojen sijaintiin ja talvikunnossapitoon sekä päällysteen kulumiseen. Ohituskäyttäytyminen sekä leveäkaistaisen tien käyttäjien mielipiteet ja asenteet on selvitetty samanaikaisesti tehdyssä Helsingin yliopiston selvityksessä.

Selvityksen on laatinut DI Kimmo Saastamoinen. Tutkimukseen ovat osallistuneet Oulun tiepiirin liikenteen laskennoista ja tien kuntomittauksista huolehtivat henkilöt sekä Iin tiemestaripiirin henkilökunta. Yhdyshenkilönä kehittämiskeskuksessa on toiminut DI Jorma Saarelainen.

Helsingissä joulukuussa 1994

*Tielaitos
Kehittämiskeskus*

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

<u>1 TAUSTA JA TAVOITTEET</u>	<u>7</u>
<u>2 MITTAUSMENETELMÄT</u>	<u>8</u>
2.1 Yleistä	8
2.2 Mittausjaksot	10
<u>3 SILMUKKA- JA SIJAINTIMITTAUSTEN TULOKSET</u>	<u>12</u>
3.1 Nopeustasot	12
3.1.1 Keskinopeudet	12
3.1.2 Nopeuksien keskihajonnat	14
3.1.3 V85 -nopeudet	15
3.1.4 Nopeuksien summakäyrät	17
3.1.5 Keskinopeuden riippuvuus liikennemäärästä	19
3.2 Ajoneuvovälit	21
3.2.1 Ajoneuvovälijakaumat	21
3.2.2 Jonossa ajavien määrät	23
3.2.3 Ajoneuvojonojen pituudet	26
3.3 Ajoneuvojen sijainti poikkileikkauksessa	27
<u>4 PÄÄLLYSTEEN KULUMINEN JA TALVIKUNNOSSAPITO</u>	<u>32</u>
4.1 Päällysteen kuluminen	32
4.1.1 Profilometrimittaukset	32
4.1.2 Tien kuntomittaukset	33
4.2 Talvikunnossapito	37
<u>5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</u>	<u>39</u>
<u>6 KIRJALLISUUSLUETTELO</u>	<u>43</u>
<u>7 LIITELUETTELO</u>	<u>44</u>

1 TAUSTA JA TAVOITTEET

Ruotsissa, Tanskassa ja Saksassa on käynnissä välipoikkileikkauskokeiluja, joilla on pyritty löytämään perinteisille moottoriliikenneteille ja leveäpientareisille sekaliikenneväylille parempi poikkileikkausratkaisu välityskyvyn ja palvelutason parantamiseksi. Ratkaisuna on esitetty 3-kaistaista ohituskaistatietä tai leveäkaistaista tietä. Ohituskaistatiekokeilu on Suomessa ollut käynnissä Vt4:llä välillä Järvenpää - Mäntsälä vuodesta 1991 lähtien. Leveäkaistainen moottoriliikennetie otettiin käyttöön Oulun pohjoispuolella Vt4:llä välillä Asemakylä - Ränänperä syyskuussa 1993.

Kokemukset vaihtoehtoisista poikkileikkausratkaisuista ovat olleet hyviä. Ruotsissa molemmat tietyydit on todettu turvallisiksi. Saksassa ohituskaistatietä pidetään turvallisempana ratkaisuna kuin leveäkaistaista tietä. Ajoneuvojen kuljettajat ovat pitäneet ratkaisusta, koska ohittaminen on helpottunut.

Leveäkaistaisella tiellä ajoneuvot ovat kauempana toisistaan, minkä pitäisi vähentää kohtaamisonnettomuuksia. Päälysteen pitäisi kulua tasaisemmin ja uranmuodostuksen olla vähäisempää, koska ajoneuvot eivät niin voimakkaasti kuin tavallisella väylällä ole pakotettuja ajamaan samassa kohtaa kaistalla.

Ennen leveäkaistaisten poikkileikkauksen laajempaa käyttöön ottoa on perusteltua seurata ratkaisun soveltuvuutta suomalaisiin olosuhteisiin ja liikennekulttuuriin. Varsinkin talviolosuhteet poikkeavat varsin paljon Keski-Euroopan vastaavista ja voivat asettaa omat vaatimuksensa ratkaisun toimivuudelle.

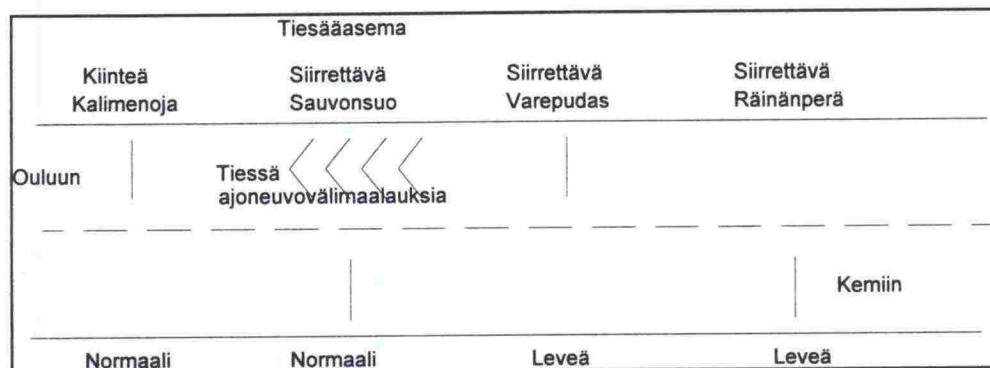
Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut tarkastella kuljettajien ajokäyttäytymistä nopeustasojen ja ajoneuvovälien suhteen niin normaalilla kuin leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä. Lisäksi tutkimuksessa on selvitetty ajoneuvon sijaintia ja päälysteen kulumista eri kaistatyypeillä.

2 MITTAUSMENETELMÄT

2.1 Yleistä

Oulun pohjoispuolella avattiin uusi moottoriliikennetie välillä Kello - Ränänperä syyskuun 21. päivänä 1993. Moottoriliikennetiellä on normaalipoikkileikkausta noin 10 km ja leveäkaistaista poikkileikkausta noin 6 km välillä Asemakylä-Ränänperä. Normaalisissa poikkileikkauksissa kaistan leveys on 3.75 m ja leveäkaistaisella osuudella 5.25 m. Tien kokonaisleveys on molemmissa poikkileikkauksissa 12.5 m ja tiellä on ympärivuotinen 100 km/h -nopeusrajoitus.

Nopeustasoa ja etenkin jonomuodostumista seurattiin samanaikaisesti tehtävien mittausten avulla. Normaalipoikkileikkauksella on kiinteä liikenteen automaattisen mitausjärjestelmän (LAM) piste Kalimenojalla sekä siirrettävä tarkkailupiste Sauvonsuolla. Leveäkaistaisella osuudella on kaksi siirrettävää tarkkailupistettä Vareputaalla ja Ränänperällä. Pisteiden sijainnit on esitetty pelkistetysti kuvassa 1 ja liitteenä 1 olevassa karttakuvassa.



Kuva 1: Mittauspisteiden sijainti

Eri poikkileikkausten vertailu on yleensä tehty pystyviivalla merkityjen kohtien eli koikelualueiden loppupäiden mittautietojen perusteella. Jonomuodostusta on kuitenkin osittain vertailtu myös leveäkaistaosuuden molemmissa päissä. Ruuhkaliikennettä on tutkittu aamuliikenteen osalta Oulun suuntaan ja iltaliikenteen osalta Kemin suuntaan jokaisessa pisteessä.

Liikennemäärät ovat lähes samat Sauvonsuon, Vareputaan ja Ränänperän mittauspisteissä, mutta Kalimenojan pisteessä liikenne on 30...50 % suurempaa. Tämä hankaloitti tulosten vertailuja, sillä etenkin jonoutuminen on, luonnollisestikin, selvästi suurempaa Kalimenojan pisteessä kuin muissa. Tästä syystä joissakin laskelmissa on myös ilmoitettu leveäkaistaisen osuuden erot yksistään Sauvonsuon pisteeseen verrattuna.

Mittaustiedoista laskettiin seuraavat seurantatiedot normaalille ja leveäkaistaiselle poikkileikkaukselle ajonopeuksien osalta:

- keskinopeus (aritmeettinen ja harmoninen)
- keskinopeuden riippuvuus liikennemäärästä
- v85 -nopeus eli nopeustaso, jonka 15 % autoilijoista ylittää
- nopeuksien hajonta ja
- nopeuksien summakäyrät

ajoneuvovälien osalta:

- ajoneuvovälijakauma
- jonossa ajavien määrät
- jonoprosentin riippuvuus liikennemäärästä
- ajoneuvojonojen pituudet ja
- pituuksien hajonnat

Seurannasta on yleensä esitetty leveä- ja normaalikaistaisen osuuden mittaustulokset sekä useimmiten myös leveäkaistaisen tien mittaustulosten ja normaalin moottoriliikennetien tulosten erotus seuraavasti:

$$\Delta = [L] - [N]$$

Δ = Eri kaistatyyppien ero, muutos eri poikkileikkausten välillä

[L] = leveäkaistaisen tien keskimääräinen arvo (painottamaton keskiarvo)

[N] = normaalipoikkileikkauksen keskimääräinen arvo (painottamaton keskiarvo)

Tuloksissa eroteltiin ajoneuvotyytit kevyisiin (ha,pa) ja raskaisiin (la, ka, kapp, katp, ha+perävaunu ja ha+asuntovaunu). Jonokriteerinä käytettiin 5 sekunnin ajoneuvoväliä.

Päivämittaukset tehtiin klo 7.00 - 18.59 välisenä aikana ja yömittaukset klo 19.00-6.59 välisenä aikana. Ajoneuvovälitarkastelut tehtiin päivämittaustulosten perusteella kuitenkin siten, että viikonloppuna tarkastelu-aika oli klo 10.00-18.59. Arkipäivien aamuruuhkatarkastelut klo 7-9 välillä tehtiin Oulun suuntaan ja iltaruuhkatarkastelut klo 16-18 välillä Kemlin suuntaan. Ajoneuvovälijakaumien osalta tulos on liikennemäärän mukaan painotettu keskiarvo.

Havaintojaksojen aikana kelit vaihtelivat suuresti, mutta jokaisessa tarkastelussa on huomioitu vain ne ajankohdat, jolloin tienpinta oli paljas ja kuiva. Kelien seurannassa on käytetty Sauvonsuon pisteellä sijaitsevan tiesääaseman sekä Oulun ja Kuivaniemen tiesääasemien tietoja.

Tiessä on Sauvonsuon mittauspisteen kohdalla ajoneuvovälimerkintöjä, joiden tarkoituksena on opastaa kuljettajia valitsemaan riittävän turvallinen etäisyys edellä ajavaan. Ennen kolmatta mittausjaksoa tielle asennettiin ajonopeutta osoittavat näyttötaulut Sauvonsuon ja Kalimenon mittauspisteiden puoliväliin. Nopeusnäyttötaulut toimivat molempiin suuntiin.

Ajoneuvon sijaintia poikkileikkauksessa tarkasteltiin kahdessa jaksossa. VTT teki ensimmäiset mittaukset (lokakuu -93) valokennojärjestelmällä ja toiset mittaukset (heinäkuu -94) tehtiin silmämääräiseen havainnointiin perustuen Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratorion toimesta.

Päällysteen kulumisen ja uramuodostumisen oletetaan olevan normaaliin osuuteen verrattuna vähäisempää leveäkaistaisella osuudella, koska ajoneuvoliikenteen uskotaan käyttävän hyödyksi koko kaistan leveyttä. Päällysteen kulumista seurattiin profilometrimittausten ja tien kuntomittausten avulla. Ensimmäiset mittaukset tehtiin ennen tien avaamista ja varsinaiset mittaukset kesällä -94. Tien kuntomittauksista huolehti Oulun tiepiiri ja profilometrimittauksista tie- ja liikennetekniikan laboratorio.

Varsinaista talvikunnossapidon (littera-) seurantaa ei järjestetty, vaan talvihoidon työmuotojen, -määrien ja -kustannusten eroavaisuuksia selvitettiin lin tiemestaripiirissä haastatteluiden avulla. Lisäksi eri kaistatyyppien eroavaisuuksia talven aikana tarkasteltiin silmämääräisten havaintojen perusteella.

2.2 Mittausjaksot

LAM -pisteillä ensimmäiset mittaukset tehtiin ti 28.9 - ma 4.10 välisenä aikana. Tie oli koko mittausjakson ajan kuiva ja paljas. Ilman lämpötila oli päivällä +5...+10 °C ja yöllä noin 0 °C.

Toisen mittausjakson mittaukset tehtiin ti 19.10 - ti 2.11 välisenä aikana. Mittausjakson aikana kelit vaihtelivat lumisen tienpinnan ja kuivan talvikelin välillä. Havaintojen vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi mittauksien tulokset huomioitiin vain niiltä päiviltä, jolloin tiepinta oli paljas ja kuiva. Ilman lämpötila vaihteli tällöin muutamasta plus asteesta noin -10 °C:een.

Kolmannet ja samalla vuoden 1993 viimeiset mittaukset tehtiin ke 17.11 - to 2.12 välisenä aikana. Mittausjakson aikana tienpinta oli useimmiten paljas ja kuiva. Sateita ei esiintynyt ja ilman lämpötila vaihteli nollakelistä 15 pakkasasteeseen. Vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi aineistosta poistettiin märän nollakelin havainnot. Kolmannen mittausjakson aikana tien reunat olivat osittain polanteiset. Leveäkaistaisella osuudella polannetta oli tien reunassa noin 0.5 metriä ja saman verran myös keskiviivan molemmiin puoliin, joten mittausjakson olosuhteet vastasi hyvin talvikauden kelioloja.

Vuoden 1994 seurantajakso oli ke 22.6 - ma 4.7 välinen aika. Ilman lämpötila oli tällöin päivällä noin +20 °C ja yöllä 10...15 °C. Sateita ei esiintynyt.

Keräyslaitteiden aineistoissa esiintyneiden pienten katkosten vuoksi tarkastelujaksot on useimmiten yhtenäistetty siten, että Kalimenon ja Vareputaan pisteissä tarkasteltiin täysin vastaavia ajankohtia. Vastaavasti tarkasteluajankohdat olivat yleensä täsmälleen samat Sauvonsuon ja Ränänperän pisteissä.

Havaintojaksojen keskimääräiset tunti- ja vuorokausiliikennemäärät on esitetty taulukossa 1. Mittaussuunnan tuntiliikennemäärät (q-arvo) on laskettu erikseen päivä- ja yötatarkastelujaksoille, mutta keskimääräinen vuorokausiliikenne (Q-arvo) on laskettu pisteen kokonaisliikenteen perusteella tielaitoksen SL4-ohjelman avulla.

Taulukko 1: Havaintojaksojen päivän ja yön keskimääräinen tuntiliikennemäärä päätarkastelusuunnassa (ajon/h/suunta) sekä keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä molempiin suuntiin laskettuna (ajon/vrk).

Mittausjakso	Liikennemäärä päivä (yö) vuorokausi			
	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Räinänperä
28.09-04.10	237 (75) 7775	181 (63) 6008	176 (56) 5424	159 (57) 5399
19.10-02.11	224 (75) 7189	174 (56) 5360	164 (55) 4944	156 (50) 4912
17.11-02.12	205 (67) 6844	157 (51) 5005	141 (47) 4416	135 (46) 4408
22.06-04.07	260 (150) 10384	257 (109) 8670	210 (131) 8263	243 (107) 8257

Ensimmäisestä mittausjaksosta saadut vuorokausiliikennemäärät voidaan arvioida vuoden keskimääräisen liikennemäärän (KVL) suuruiseksi, sillä kausivaihtelukerroin syyskuun loppupuolella ja lokakuun alkupuolella on yleisesti 0.98 - 1.04 välillä. Vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne voidaan siten arvioida olevan Kalimenojan pisteessä 7800 ajon/vrk, Sauvonsuolla 6000 ajon/vrk, Vareputaalla ja Räinänperällä noin 5400 ajon/vrk. Raskaan liikenteen osuus eri pisteillä vaihteli ensimmäisen mittausjakson aikana päiväliikenteessä 10 - 14 %:n välillä ja yöliikenteessä 14 - 21 %:n välillä. Kokonaisajoneuvomäärät ajonopeus- ja ajoneuvovälitarkasteluissa on esitetty taulukoissa 2 ja 3.

Taulukko 2: Kokonaisajoneuvomäärät ajonopeustarkasteluissa.

Mittausjakso	Kokonaisliikennemäärä päivä (yö)			
	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Räinänperä
28.09-04.10	13987 (5152)	14032 (4416)	10475 (3828)	12366 (3981)
19.10-02.11	22571 (7565)	17635 (6054)	16609 (5530)	15785 (5435)
17.11-02.12	22286 (7978)	20323 (7156)	15414 (5656)	17501 (6379)
22.06-04.07	26607 (14668)	34704 (14788)	21703 (12807)	32811 (14500)

Taulukko 3: Kokonaisajoneuvomäärät ajoneuvovälitarkasteluissa.

Mittausjakso	Kokonaisliikennemäärä päivä (yö)			
	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Räinänperä
28.09-04.10	13894	13220	10362	11615
19.10-02.11	21586	16849	15824	15099
17.11-02.12	21162	17156	14463	14808
22.06-04.07	23758	32588	24238	30848

3 SILMUKKA- JA SIJAINTIMITTAUSTEN TULOKSET

3.1 Nopeustasot

3.1.1 Keskinopeudet

Mittaustiedoista on laskettu harmoniset ja aritmeettiset keskinopeudet normaali- ja leveäkaistaiselle poikkileikkaukselle. Kaikkien ajoneuvojen keskinopeustasot olivat taulukon 4 mukaiset. Pistekohtaiset laskelmat ovat liitteessä 2.

Taulukko 4: Kaikkien ajoneuvojen aritmeettiset ja harmoniset keskinopeudet eri havaintojaksojen päiväliikenteessä.

Keskinopeus Mittausjakso	Normaali	Leveä	Ero	Normaali	Leveä	Ero
	Aritmeettinen			Harmoninen		
28.09-04.10	99.1	101.1	2.0	97.9	99.6	1.7
19.10-02.11	97.0	98.8	1.8	95.8	97.5	1.7
17.11-02.12	95.2	96.1	0.9	94.1	94.9	0.8
22.06-04.07	95.4	98.1	2.6	94.2	96.5	2.3
Keskimäärin	96.7	98.5	1.9	95.5	97.1	1.6

Kaikkien ajoneuvojen nopeudet olivat leveäkaistaisella osuudella aritmeettisen keskinopeuden perusteella 0.9...2.6 km/h normaaliosuutta korkeampia. Harmoninen keskinopeus oli 1...2 km/h aritmeettista keskinopeutta alhaisempi ja sen perusteella keskinopeus nousi leveäkaistaisella osuudella 0.8...2.3 km/h. Pelkästään Sauvon (normaali) ja Räinänpään (leveä) pisteitä tarkasteltaessa aritmeettisen keskinopeuden ero oli 0.4...1.1 km/h ja harmonisen ero 0.2...0.9 km/h.

Leveällä osuudella kevyiden ajoneuvojen aritmeettiset keskinopeudet olivat päivällä 1.3...3.4 km/h normaaliosuutta suurempia, mutta raskaiden ajoneuvojen keskinopeuksissa sitä vastoin tapahtui vain vähäisiä muutoksia. Harmonisen keskinopeuden perusteella nopeudet nousivat kevyillä ajoneuvoilla 1.2...3.1 km/h ja raskaiden ajoneuvojen osalta harmonisen keskinopeuden ero vaihteli -0.2...0.5 km/h välillä (taulukko 5) päiväliikenteessä.

Taulukko 5: Aritmeettisen ja harmonisen keskinopeustason ero (L-N) eri ajoneuvotyypeillä ja eri vuorokauden aikana .

Aritmeettinen / harmoninen keskinopeus-ero	Kaikki ajoneuvot		Kevyet		Raskaat	
	Päivällä	Yöllä	Päivällä	Yöllä	Päivällä	Yöllä
28.09-04.10	2.0 / 1.7	0.5 / 0.4	2.6 / 2.5	1.5 / 1.5	-0.1 / -0.1	-1.2 / -1.2
19.10-02.11	1.8 / 1.7	0.5 / 0.3	2.3 / 2.2	1.5 / 1.3	0.4 / 0.5	-0.3 / -0.2
17.11-02.12	0.9 / 0.8	0.1 / 0.0	1.3 / 1.2	0.8 / 0.7	0.0 / 0.2	0.3 / 0.3
22.06-04.07	2.6 / 2.3	1.5 / 1.2	3.4 / 3.1	2.1 / 1.8	0.2 / -0.2	0.0 / 0.0
Arit. keskimäärin	1.9	0.7	2.4	1.5	0.1	-0.3
T-testi	5%	ei	5%	5%	ei	ei

Yöllä kaikkien ajoneuvojen aritmeettisen keskinopeuden muutokset olivat 0.1...1.5 km/h, kevyiden ajoneuvojen keskinopeudet nousivat 0.8...2.1 km/h ja raskaiden ajoneuvojen osalta muutos vaihteli -1.2...0.3 km/h välillä. Harmonisen keskinopeuden muutos yöliikenteessä oli kaikkien ajoneuvojen osalta 0.0...1.2 km/h, kevyiden ajoneuvojen osalta 0.7...1.8 km/h ja raskaiden ajoneuvojen osalta -1.2...0.3 km/h.

Tilastollisesti merkitseviä eroja havaittiin kaikkien ajoneuvojen osalta päiväliikenteessä sekä kevyiden ajoneuvojen osalta päivä- ja yöliikenteessä. Näissä tapauksissa ero oli tilastollisesti merkitsevä 5 %:n riskitasolla.

Taulukkoon 6 on laskettu jonossa ajavien ja yksittäisten ajoneuvojen aritmeettiset keskinopeudet sekä taulukoissa 7 ja 8 on esitetty aamu- ja iltaruuhkaliikenteen aritmeettiset ja harmoniset keskinopeudet kaikkien ajoneuvojen osalta.

Taulukko 6: Jonossa ajavien ja yksittäisten ajoneuvojen aritmeettiset keskinopeudet.

Keskinopeus (aritmeettinen)	Jonossa			Yksittäiset		
	Normaali	Leveä	Ero	Normaali	Leveä	Ero
28.09-04.10	96.5	99.1	2.6	100.8	101.9	1.1
19.10-02.11	94.1	96.4	2.3	98.8	99.8	1.0
17.11-02.12	92.3	92.9	0.6	97.0	97.4	0.4
22.06-04.07	92.5	95.7	3.2	97.7	99.6	1.9
Keskimäärin	93.9	96.0	2.2	98.6	99.7	1.1
T-testi			5%			5%

Jonossa aritmeettiset keskinopeudet olivat leveäkaistaisella osuudella 0.6...3.2 km/h korkeampia ja yksittäisten ajoneuvojen mukaan laskettuna 0.4...1.9 km/h korkeampia normaaliin osuuteen verrattuna. Jonossa ajavien keskinopeus oli 3...5 km/h alhaisempi kuin yksittäisten ajoneuvojen keskinopeus. Tilastollisesti nopeuserot eri kaisatyyypeillä olivat merkitseviä 5 %:n riskitasoilla niin jonossa ajavien kuin yksittäisten ajoneuvojen suhteen.

Taulukko 7: Aamuruuhkaliikenteen aritmeettiset ja harmoniset nopeustasot kaikkien ajoneuvojen osalta.

Keskinopeus Mittausjakso	Aritmeettinen			Harmoninen		
	Normaali	Leveä	Ero	Normaali	Leveä	Ero
28.09-04.10	98.4	101.0	2.5	97.3	99.8	2.5
19.10-02.11	98.2	98.8	0.5	97.1	97.6	0.5
17.11-02.12	94.7	94.7	-0.1	93.7	93.7	0.0
22.06-04.07	99.4	100.0	0.6	98.3	98.6	0.3
Keskimäärin	97.7	98.6	0.9	96.6	97.4	0.8
T-testi	ei			ei		

Aamuruuhkaliikenteen osalta aritmeettinen keskinopeuden ero oli -0.1...2.5 km/h ja harmonisen keskinopeuden ero 0.0...2.5 km/h. Nopeuserot eivät eri kaistatyyppien välillä olleet tilastollisesti merkitseviä 5 %:n riskitasolla.

Taulukko 8: Iltaruuhkaliikenteen aritmeettiset ja harmoniset nopeustasot kaikkien ajoneuvojen osalta.

Keskinopeus Mittausjakso	Aritmeettinen			Harmoninen		
	Normaali	Leveä	Ero	Normaali	Leveä	Ero
28.09-04.10	100.9	101.4	0.6	99.9	99.8	-0.1
19.10-02.11	98.4	98.4	-0.1	97.3	97.3	-0.1
17.11-02.12	95.4	95.3	-0.1	94.4	94.2	-0.3
22.06-04.07	95.4	96.0	0.6	94.1	94.4	0.3
Keskimäärin	97.5	97.8	0.3	96.4	96.4	0.0
T-testi	ei			ei		

Iltaruuhkaliikenteessä nopeustaso oli aamuruuhkaliikenteeseen verrattuna 0...2 km/h korkeampi syystalvella 1993, mutta kesällä 1994 keskinopeus oli noin 4 km/h alhaisempi. Leveäkaistaisen ja normaaliosuuden nopeustasot olivat aritmeettisen ja harmonisen keskinopeuden mukaan lähes samat. Erot eivät luonnollisestikaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

3.1.2 Nopeuksien keskihajonnat

Mittaustiedoista on laskettu eri ajoneuvotyyppien ja eri vuorokauden aikojen suhteen aritmeettisten keskinopeuksien keskihajonnat normaali- ja leveäkaistaiselle osuudelle (taulukko 9) ja taulukossa 10 on esitetty keskihajontojen erot. Pistekohtaiset mittausjaksokeskiarvot on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 9: Ajonopeuksien keskihajonnat eri osuuksilla eroteltuina ajoneuvotyy-
pin ja vuorokauden ajan suhteen.

Keskihajonta normaali / leveä	Kaikki ajoneuvot		Kevyet		Raskaat	
	Päivällä	Yöllä	Päivällä	Yöllä	Päivällä	Yöllä
28.09-04.10	10.6 / 11.2	12.4 / 12.9	10.0 / 10.3	11.6 / 11.6	8.0 / 7.7	7.9 / 7.8
19.10-02.11	10.2 / 10.6	11.5 / 12.0	9.7 / 9.9	10.8 / 11.1	7.5 / 7.6	7.3 / 7.0
17.11-02.12	9.6 / 10.0	11.0 / 11.2	9.2 / 9.5	10.4 / 10.5	7.4 / 6.9	7.6 / 7.3
22.06-04.07	10.6 / 11.3	11.8 / 12.3	10.2 / 10.4	11.3 / 11.5	7.9 / 8.6	7.8 / 7.7

Taulukko 10: Eri osuuksien ajonopeuksien keskihajontojen erot (L-N) ajoneuvo-
tyypin ja vuorokauden ajan suhteen.

Keskihajonta Mittausjakso	Kaikki ajoneuvot		Kevyet		Raskaat	
	Päivällä	Yöllä	Päivällä	Yöllä	Päivällä	Yöllä
28.09-04.10	0.6	0.5	0.3	0.0	-0.3	-0.2
19.10-02.11	0.4	0.5	0.2	0.3	0.1	-0.3
17.11-02.12	0.4	0.2	0.3	0.1	-0.5	-0.3
22.06-04.07	0.7	0.5	0.2	0.2	0.7	-0.2
Keskimäärin	0.5	0.4	0.2	0.2	0.0	-0.2
T-testi	1%	5%	1%	ei	ei	5%

Kaikkien ajoneuvojen keskihajonta oli leveällä osuudella normaali osuuteen verrat-
tuna 0.2...0.7 km/h suurempi sekä päivällä että yöllä. Ero oli tilastollisesti merkitsevä
1 %:n riskitasolla päiväliikenteessä ja 5 %:n riskitasolla yöliikenteessä.

Kevyillä ajoneuvoilla keskihajonnan ero vaihteli 0.0...0.3 km/h välillä. Kevyiden ajo-
neuvojen päiväliikenteessä nopeuden keskimääräisessä keskihajonnassa oli tilastol-
lisesti merkitsevä ero (0.2 km/h) 1 %:n riskitasolla, mutta yöliikenteessä (0.2 km/h)
tilastollisesti merkitsevää eroa ei ollut. Kevyillä ajoneuvoilla oman ajonopeuden valin-
ta on siten leveäkaistaisella osuudella etenkin päiväliikenteessä vapaampaa kuin
normaalilla osuudella. Raskaiden ajoneuvojen osalta keskihajonta vaihteli -0.5....0.7
km/h välillä. Tilastollisesti merkitsevä ero oli raskaiden ajoneuvojen yöliikenteessä (-
0.2 km/h) 5 %:n riskitasolla, mikä tarkoittaa, että raskaiden ajoneuvojen nopeudek-
sien vaihtelut pienenevät yöllä leveällä osuudella.

3.1.3 V₈₅ -nopeudet

Mittaustiedoista on laskettu V₈₅- nopeudet normaali- ja leveäkaistaiselle osuudelle
päivä- ja yöliikenteessä (taulukot 11 ja 12). Nopeustasolla V₈₅ tarkoitetaan nopeutta,
jonka 15% autoilijoista ylittää. Liitteessä 4 on esitetty mittausjaksojen keskiarvot pis-
tekohtaisesti.

Taulukko 11: Kaikkien ajoneuvojen V_{85} -nopeustasot eri havaintokerroilla päivä- ja yöliikenteessä.

V_{85} -nopeus Mittausjakso	Normaali	Leveä	Ero	Normaali	Leveä	Ero
	Päiväliikenne			Yöliikenne		
28.09-04.10	108.6	111.1	2.5	111.5	112.7	1.2
19.10-02.11	106.3	108.4	2.1	108.1	109.1	1.0
17.11-02.12	103.9	105.4	1.4	106.2	106.5	0.3
22.06-04.07	105.1	108.4	3.3	108.2	110.6	2.4
Keskimäärin	106.0	108.3	2.4	108.5	109.7	1.2
T-testi			1%			ei

Mittaustulosten perusteella V_{85} -ajonopeudet olivat leveäkaistaisella osuudella 0.3...3.3 km/h korkeammat kuin normaalilla osuudella. Päiväliikenteen keskimääräinen ero (2.4 km/h) oli tilastollisesti merkitsevä 1 %:n riskitasolla. 95 %:n luottamusväli keskiarvolle oli 1.1...3.6 km/h. Yöliikenteessä V_{85} -ajonopeuksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 12: Eri ajoneuvotyyppien V_{85} -nopeustasojen erot (L-N) eri havaintokerroilla päivä- ja yöliikenteessä.

ΔV_{85} Mittausjakso	Kaikki ajoneuvot		Kevyet		Raskaat	
	Päivällä	Yöllä	Päivällä	Yöllä	Päivällä	Yöllä
28.09-04.10	2.5	1.2	2.7	1.7	-0.2	-1.5
19.10-02.11	2.1	1.0	2.3	1.5	0.3	-0.4
17.11-02.12	1.4	0.3	1.6	0.8	-0.3	0.2
22.06-04.07	3.3	2.4	3.5	2.6	0.6	0.3
Keskimäärin	2.4	1.2	2.5	1.7	0.1	-0.4
T-testi	1%	ei	1%	5%	ei	ei

V_{85} -nopeustaso nousi leveällä osuudella normaaliosuuteen verrattuna kevyiden ajoneuvojen osalta päivällä 1.6...3.5 km/h ja yöllä 0.8...2.6 km/h. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä päiväliikenteessä 1 %:n ja yöliikenteessä 5 %:n riskitasolla. Raskaiden osalta V_{85} -nopeustaso vaihteli -1.5...0.6 km/h välillä, joten erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tässä yhteydessä tarkasteltiin myös suurta ylinopeutta (yli 130 km/h) ajavien määriä kesäliikenteessä (27.6...3.7.1994). Tulokset on saatu SL4 -ohjelman avulla.

Taulukko 13: Suurta ylinopeutta ajavien prosenttiosuudet.

Ajonopeus	130-139 km/h	140-149 km/h	yli 150 km/h
Leveäkaista	0.378 %	0.083 %	0.055 %
Normaali	0.335 %	0.073 %	0.065 %

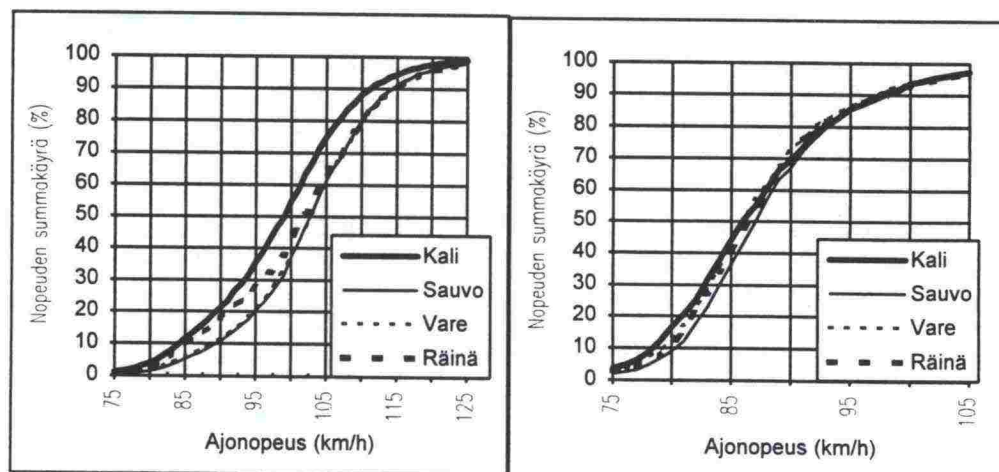
Taulukko 14: Suurta ylinopeutta ajavien suhteutettu ajoeneuvomäärä vuorokaudessa (KVL 11000).

Ajonopeus	130-139 km/h	140-149 km/h	yli 150 km/h
Leveäkaista	41	9	6
Normaali	37	8	7

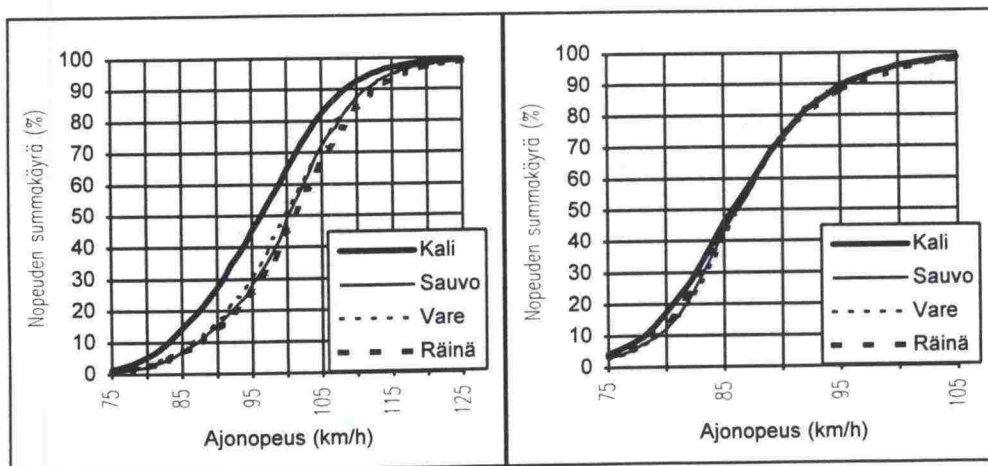
Tuloksista voidaan havaita, että suurta ylinopeutta ajavien osuus on lähes sama molemmilla osuuksilla. Myöskään tilastollista merkitsevää eroa ei havaittu ($p>0.05$) eri kaistatyyppien välillä. Taulukossa 14 on havaintomäärät suhteutettu (lineaarisesti) Kalimenojan liikenteeseen. Näin taulukosta nähdään kesäpäivänä suurta ylinopeutta ajavien ajoneuvojen lukumäärä (arvio) eri kaistatyypeillä liikennemäärällä KVL 11000.

3.1.4 Nopeuksien summakäyrät

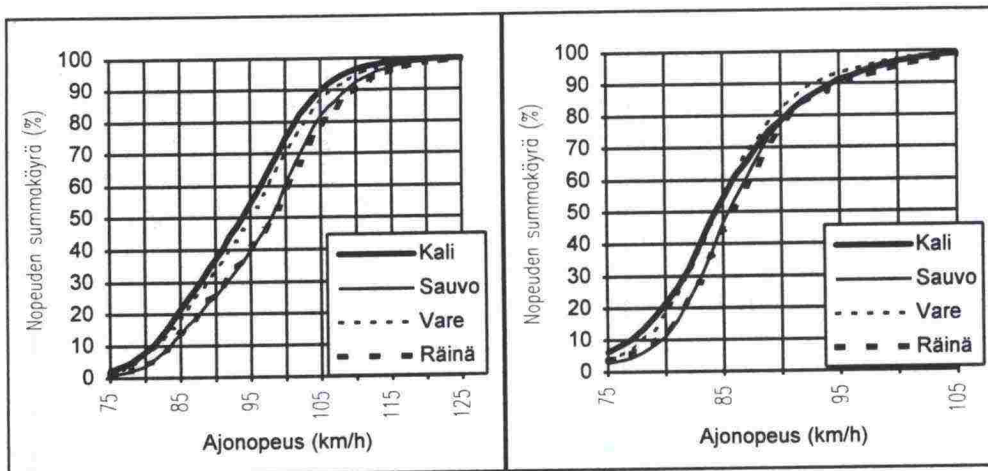
Nopeuksien summakäyrät on tuotettu havaintojakson osalta siten, että havaintojaksojen aikana tienpinta oli paljas ja kuiva. Laskennassa otettiin huomioon suunnittain vain tarkasteltavien osuuksien loppupäiden nopeudet. Kuvissa 2-5 on esitetty sekä kevyiden että raskaiden ajoneuvojen nopeuden summakäyrät eri mittausjaksoissa.



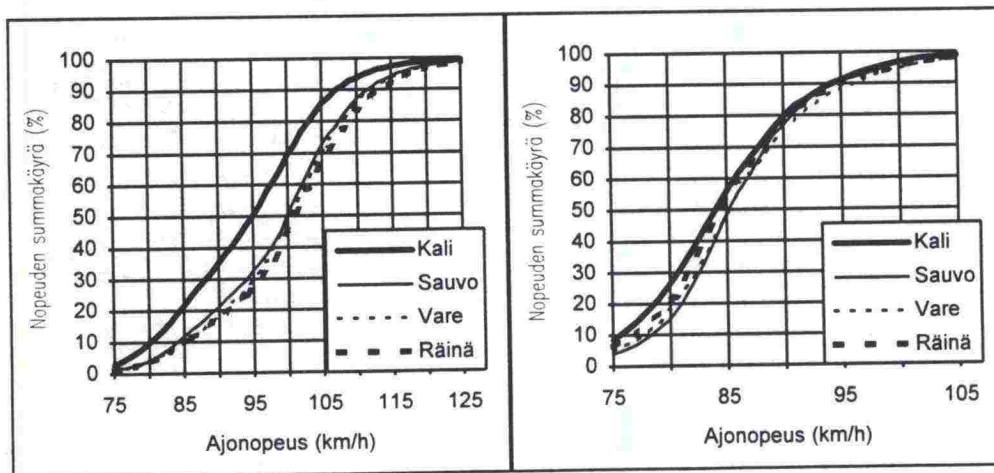
Kuva 2: Kevyiden (vas.) ja raskaiden (oik.) ajoneuvojen nopeuksien summakäyrät eri pisteillä 1. mittausjakson aikana.



Kuva 3: Kevyiden (vas.) ja raskaiden (oik.) ajoneuvojen nopeuksien summakäyrät eri pisteillä 2. mittausjakson aikana.



Kuva 4: Kevyiden (vas.) ja raskaiden (oik.) ajoneuvojen nopeuksien summakäyrät eri pisteillä 3. mittausjakson aikana.



Kuva 5: Kevyiden (vas.) ja raskaiden (oik.) ajoneuvojen nopeuksien summakäyrät eri pisteillä 4. mittausjakson aikana.

Tuloksista havaitaan, että alhaisin nopeustaso on Kalimenon pisteessä, jossa esimerkiksi kevyillä ajoneuvoilla alle 100 km/h ajavien osuus on 10...20 % muita pisteitä suurempi. Räinänperän kevyiden ajoneuvojen summakäyrästä näkyi ensimmäisessä mittauksessa selvästi hitaasti ajavien suhteellisesti suuri määrä, sillä alle 90 km/h ajavien osuus oli lähes sama kuin Kalimenon pisteessä. Kolmannessa mittauksessa vastaavasti Vareputaan pisteen nopeuden summakäyrä kulki lähes samalla tasolla kuin Kalimenon. Vaikka tuloksissa on nämä kaksi poikkeuksellista havaintoa, ovat summakäyrät yleensä Kalimenon pistettä lukuun ottamatta samat. Raskaiden ajoneuvojen osalta nopeuksien summakäyrät olivat lähes samanlaiset jokaisessa pisteessä.

Taulukkoon 15 on merkitty kevyiden ajoneuvojen osalta mediaaninopeustaso eli nopeus, jonka 50 % autoilijoista ylittää.

Taulukko 15: Kevyiden ajoneuvojen mediaaninopeustaso eri pisteillä.

Mediaaninopeus Mittausjakso	Normaali		Leveä		Erotus Leveä - normaali
	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Räinänperä	
28.09-04.10	98.8	102.7	102.8	101.9	1.6
19.10-02.11	96.3	100.2	99.7	101.1	2.2
17.11-02.12	93.9	98.0	95.0	98.7	0.9
22.06-04.07	95.0	99.9	100.4	101.0	3.3
Keskimäärin	96.0	100.2	99.5	100.7	2.0
T-testi					5 %

Kevyiden ajoneuvojen mediaaninopeudessa oli tilastollisesti merkitsevä ero 5 %:n riskitasolla leveäkaista- ja normaaliolosuuden välillä. Keskimääräinen mittausjaksoista laskettu ero oli 2 km/h, mikä on lähes sama kuin päiväliikenteessä havaitut vastaavien aritmeettisten ja harmonisten nopeuksien keskiarvojen erotukset.

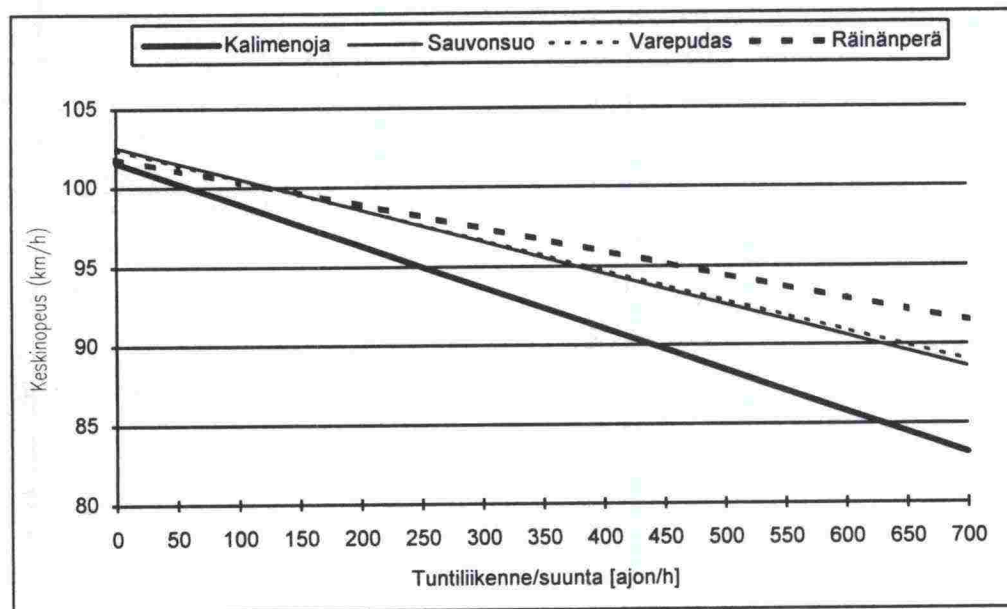
3.1.5 Keskinopeuden riippuvuus liikennemäärästä

Tuntiliikennemäärän ja keskinopeuden välinen riippuvuus oli erittäin vaikeasti osoitettavissa alhaisilla liikennemäärillä syksyn 1993 mittauksissa, sillä lineaarinen regressioyhtälö ei antanut riittävää selityssastetta omaavaa mallia näiden kahden muuttujan keskinäisestä suhteesta. Tästä syystä tässä tutkimuksessa on tarkasteltu vain kesän 1994 tuloksia, joissa selitysaste (R^2) oli 30.1...53.2 %:n välillä (taulukko 16 ja kuva 6). Laskelmissa käytetyt keskinopeus- ja tuntiliikennemäärätiedot on laskettu todellisten tasatuntien perusteella.

Taulukko 16: Keskinopeus $v = a + b \cdot q$ (q suunnan tuntiliikenne) eri pisteissä kesän 1994 mittausjakson perusteella.

	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Räinänperä
vakio, a	101.58	102.54	102.39	101.83
kerroin, b	-0.02631	-0.01994	-0.01916	-0.01477
selitysaste, R^2 (%)	53.2	42.4	50.6	30.1
q_{\max} (ajon/h/suunta)	652	633	707	633

Nopeuden aleneminen liikennemäärän kasvaessa (kerroin b) oli 3...5 kertaa suurempi kuin tielaitoksen aikaisemmassa moottoriliikennetiestä tehdyssä tutkimuksessa [2], missä suunnan keskinopeuden alenemaksi saatiin 5 km/h:ssa 1000 ajoneuvoa kohden. Tässä tutkimuksessa muutos oli peräti 15...26 km/h 1000 ajoneuvoa kohden. Tulosten poikkeavuus selittyy sillä, että tässä tutkimuksessa suunnan tuntiliikennemäärä nousi ainoastaan noin 700 ajoneuvoon, kun se vt 4:llä aikaisemmassa tutkimuksessa kohosi jopa 2200 ajoneuvoon.



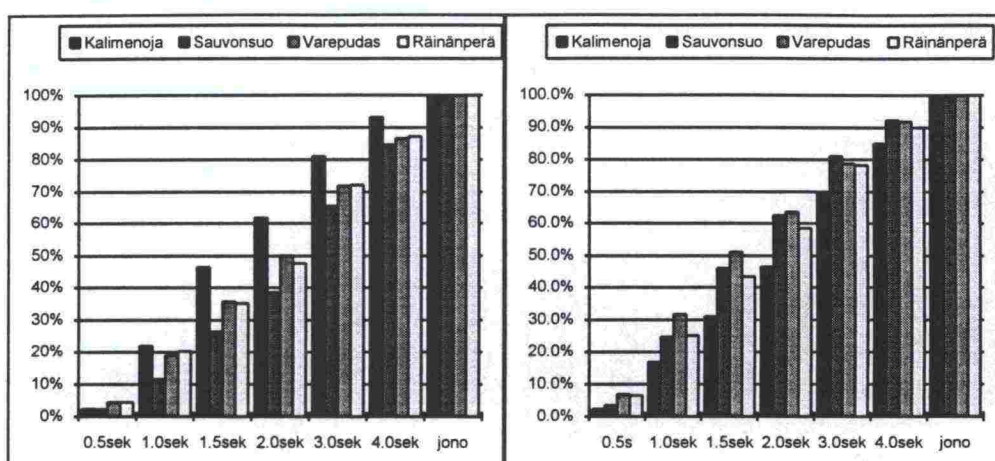
Kuva 6: Keskinopeus suunnan tuntiliikenteen funktiona.

Saadusta kuvaajasta voi havaita, että nopeuden alenema on voimakkainta Kalimenojan pisteessä. Leveäkaistaisen osuuden pisteillä, Räinänperä ja Varepudas, sitä vastoin nopeustasot pysyivät muita korkeampina myös suurilla liikennemäärillä.

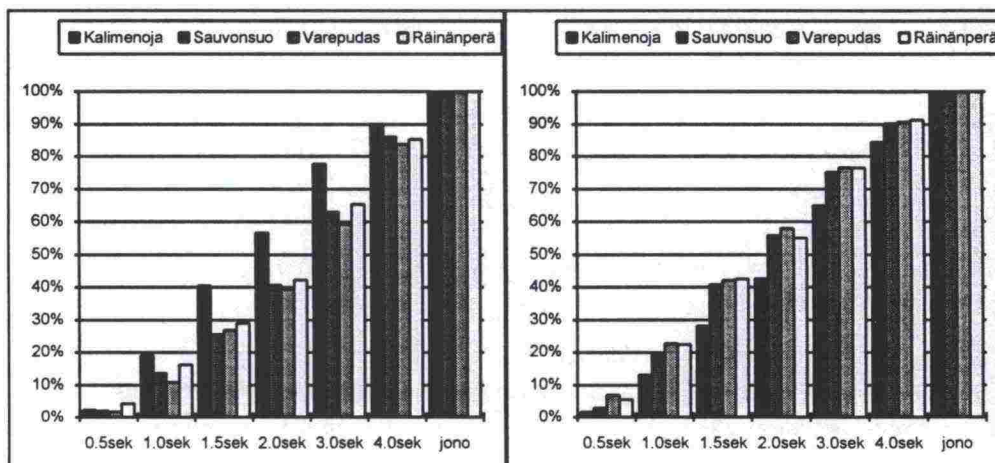
3.2 Ajoneuvovälit

3.2.1 Ajoneuvovälijakaumat

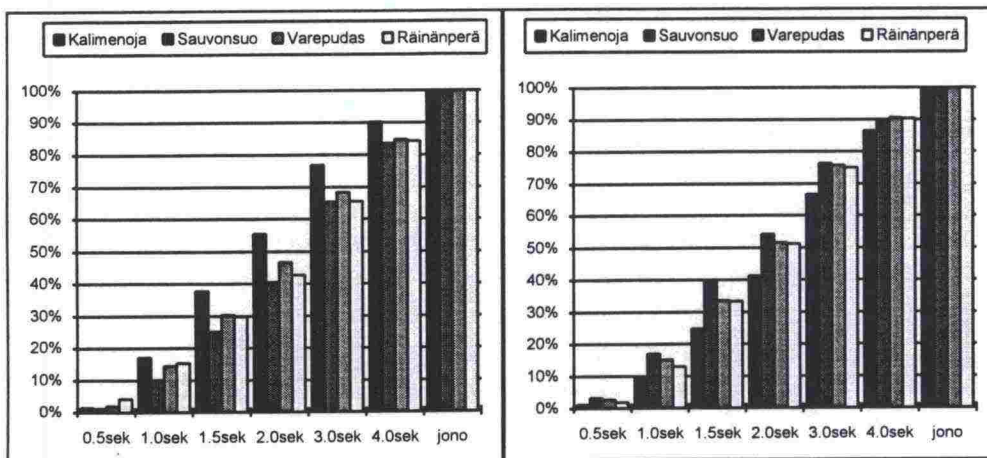
Kuvista 7-10 käy ilmi jonoissa ajavien ajoneuvojen ajoneuvovälien summakuvaajat ruuhkaliikenteessä 0.5...1.0 sekunnin välein laskettuna. Liitteeseen 5 on laskettu pisteiden ohi ajaneiden kaikkien ajoneuvojen vastaavat ajoneuvovälit. Kalimenojalla aamu- ja iltaruuhkan liikennemäärä oli huomattavasti korkeampi kuin muissa pisteissä, mikä luonnollisesti näkyy lyhyempinä aikaväleinä.



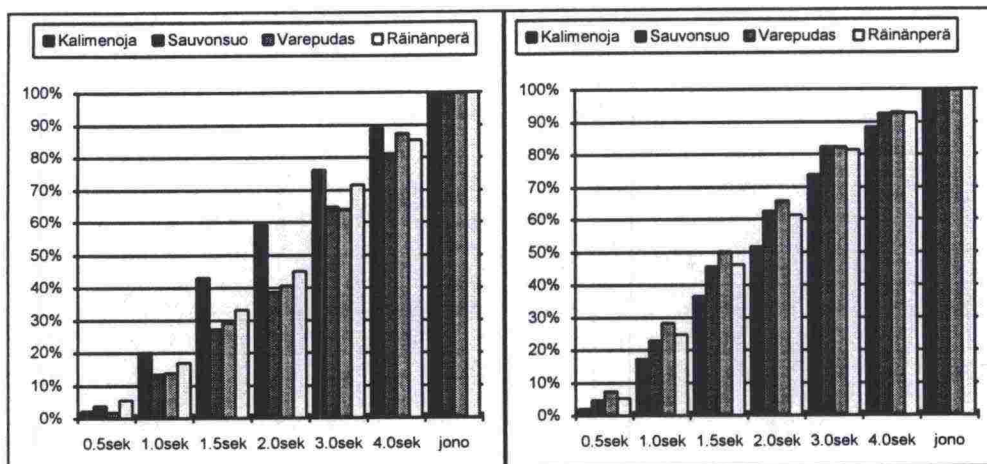
Kuva 7: Ajoneuvovälijakaumien summakuvaajat jonossa aamu- (vas.) ja iltaruuhkassa (oik.) 1. mittausjaksossa.



Kuva 8: Ajoneuvovälijakaumien summakuvaajat jonossa aamu- (vas.) ja iltaruuhkassa (oik.) 2. mittausjaksossa.



Kuva 9: Ajoneuvovälijakaumien summakuvaajat jonossa aamu- (vas.) ja iltaruuhkassa (oik.) 3. mittausjaksossa.



Kuva 10: Ajoneuvovälijakaumien summakuvaajat jonossa aamu- (vas.) ja iltaruuhkassa (oik.) 4. mittausjaksossa.

Mittausjaksojen tuloksista nähdään, että alle 0.5 sekunnin ajoneuvovälien määrä jonossa on suurin leveäkaistaisen osuuden pisteillä. Tämä johtuu siitä, että osa ajoneuvoista on leveällä osuudella ohitustilanteessa "limittäin" tai rinnakkain samalla kaistalla, jolloin ajoneuvojen aikavälit toisiinsa nähden voivat olla hyvin pieniä.

Aamuliikenteen osalta on nähtävissä Kalimenojan pisteessä selvää ohitustarvetta, sillä lyhyiden aikavälien osuus jonossa on muita pisteitä selvästi suurempi. Sauvonsuolla lyhyiden aikavälien osuus on pienin, mikä johtuu ohitustarpeen purkautumisesta aikaisemmin olevalla leveällä osuudella. Vähäistä lyhyiden aikavälien osuuden vähentymistä tapahtuu myös leveällä osuudella sekä aamu- että iltaliikenteessä.

Iltaruuhkaliikenteessä Kalimenojalla lyhyiden ajoneuvovälien osuus on pienin, mikä johtuu ennen pistettä olevan moottoritieosuuden vaikutuksesta. Sauvonsuolla ja Vareputaalla lyhyiden ajoneuvovälien määrä on suurimmillaan, mikä on osoitus ilmeisestä ohitustarpeesta. Leveällä osuudella ohitustarve alenee useimmissa tapauksissa Ränänperän pisteelle mentäessä.

3.2.2 Jonossa ajavien määrät

Seuraavassa on tarkasteltu jonoprosentteja havaintojen perusteella ja teoreettisen mallin avulla. Jonossa ajavien ajoneuvojen osuudet tarkasteluosuuksien lopussa on esitetty taulukossa 17.

Taulukko 17: Jonoprosentti eri pisteillä.

Jonoprosentti Mittausjakso	Normaali		Leveä		Erotus Leveä - normaali
	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Räinänperä	
28.09-04.10	46.7	37.5	33.9	33.8	-8.2
19.10-02.11	44.6	36.2	32.1	33.1	-7.8
17.11-02.12	43.7	34.2	32.0	33.3	-6.3
22.06-04.07	52.2	47.2	43.7	44.9	-5.4
Keskimäärin	46.8	38.8	35.4	36.3	-7.0

Jonoprosentti oli leveäkaistaosuudella eri mittauskertoina 5.4...8.2 %:ia (keskimäärin 7.0 %) normaaliosuutta pienempi, mutta suurin "syy" tähän on Kalimenojan muista poikkeava liikennemäärä. Mikäli tuloksia verrataan vain Sauvonsuon ja Räinänperän pisteiden osalta eli Kemiin suuntaan ajettaessa, aleni jonoprosentti vain 0.9...3.6 % (keskimäärin 2.5 %). Tilastollisesti Kemin suunnan jonoprosenttien välinen ero oli merkitsevä 5 %:n riskitasolla ($p=0.026$) ja 95 %:n luottamusvälitarkastelussa erotuksen vaihteluväli oli 0.6...4.4 %.

Tarkasteluosuuksien keskimääräisen jonoprosentti muutos ruuhka-aikoina on esitetty taulukossa 18. Tarkastelu on tehty siten, että aamuruuhkaliikenteen mittaus oli Oulun ja iltaliikenteen Kemin suuntaan. Pistekohtaiset tulokset käyvät ilmi liitteestä 6.

Taulukko 18: Jonoprosentin muutos ruuhka-aikoina.

Jonoprosentti Mittausjakso	Normaali	Leveä	Ero	Normaali	Leveä	Ero
	Aamuruuhka			Iltaruuhka		
28.09-04.10	42.4	29.7	-12.6	49.0	46.2	-2.7
19.10-02.11	36.8	27.3	-9.5	45.1	42.2	-2.7
17.11-02.12	40.9	31.1	-9.7	43.6	40.0	-3.6
22.06-04.07	34.3	28.4	-6.0	55.6	53.3	-2.4
Keskimäärin	38.6	29.1	-9.5	48.3	45.4	-2.9

Aamuruuhkan aikana Kalimenojan pisteen suuri liikennemäärä näkyi korkeana jonoprosenttina, joten leveäkaistaosuudella jonoprosentti oli keskimäärin 9.5 %-yksikköä alhaisempi normaaliosuuteen verrattuna. Mikäli normaaliosuudella käytetään vertailupisteenä ainoastaan Sauvonsuon pisteen tietoja, jonoprosentin ero aamuruuhkan

aikana oli keskimäärin noin 4 %-yksikköä. Iltaruuhkaliikenteessä ero oli vähäisempi, keskimäärin noin 3 %-yksikköä. Ilталиikenteessä Kalimenojan pisteen suuri liikennemäärä ei "näkynyt" jonoprosentissa. Tämä johtunee ennen pistettä olevasta moottoritieosuudesta, jolla mahdollinen ohitustarve ehtinee purkaantua ennen pistettä.

Taulukossa 19 on tarkasteltu vielä yksistään leveäkaistaosuuden alku- ja loppupäiden jonoprosentteja. Mittausjakso oli arkipäivinä klo 7-19 ja viikonloppuna klo 10-19. Tuloksesta nähdään, että Oulun suuntaan jonossa ajavien osuus väheni keskimäärin 2.1 %-yksikköä ja Keminsuuntaan jonoprosentti aleni 1.1 %-yksikköä. Oulun suunnan keskimääräinen ero oli myös tilastollisesti merkitsevä 5 %:n riskitasolla. Oulun suuntaan ajettaessa jonossa ajavien osuus väheni sulan kelin mittauksissa 2.7 %-yksikköä ja Keminsuunnassa 1.2...3.1 %:n välillä. Talvimittausjaksolla (joulukuu) jonoprosentti jopa nousi 1.4 %-yksikköä Keminsuuntaan tarkasteltuna ja Oulun suuntaan tarkasteltuna muutos oli vain -0.2 %-yksikköä.

Taulukko 19: Jonoprosentit leveäkaistaisella osuudella päiväliikenteessä.

Jonoprosentti Mittausjakso	Oulun suunta			Kemin suunta		
	Alku	Loppu	Ero	Alku	Loppu	Ero
28.09-04.10	37.2	34.5	-2.7	37.0	33.8	-3.1
19.10-02.11	34.8	32.1	-2.7	34.4	33.1	-1.2
17.11-02.12	32.2	32.0	-0.2	31.8	33.3	1.4
22.06-04.07	45.2	42.5	-2.7	46.9	45.6	-1.4
Keskimäärin	37.4	35.3	-2.1	37.5	36.5	-1.1
T-testi	5%			ei		

Seuraavassa tarkastellaan jonoprosentin riippuvuutta liikennemäärästä eri poikkileikkaustyypeillä. Jonomallina käytettiin 3. asteen polynomiyhtälöä (1), minkä kertoimet määritettiin pienimmän neliösumman menetelmällä koko havaintoaineistosta:

$$Y = m + a \cdot x + b \cdot x^2 + c \cdot x^3, \text{ jossa} \quad (1)$$

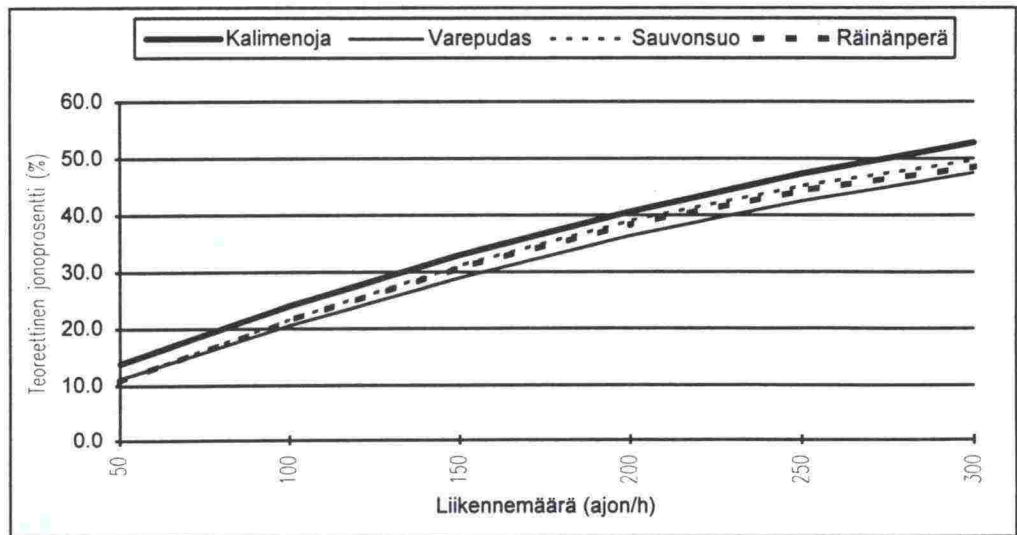
Y = jonoprosentti, jonossa ajavien osuus tuntiliikenteessä

x = liikennemäärä (ajon/h)

m = vakio

a,b,c = polynomifunktion kertoimet

Jonofunktion selityssasteeksi saatiin eri pisteillä ja mittauskerroilla 95.9 - 99.2 %. Esimerkkinä on kuvassa 11 esitetty ensimmäisen mittauskerran jonoprosentin liikennemäärävaihtelu eri pisteissä. Teoreettista jonoprosenttivertailua varten määritettiin jokaiselle pisteelle jonoprosentti liikennemäärille 50, 100, 150..., 300 ajon/h. Jonoprosentista laskettiin keskiarvo kuvaamaan pisteellä esiintyvää keskimääräistä jonoprosenttia, kun eri pisteiden liikennemäärät oletetaan samaksi.



Kuva 11: Jonoprosentti eri pisteillä ensimmäisellä mittausjaksolla jonofunktion perusteella.

Kesän 1994 mittauksessa liikennemäärä oli huomattavasti syksyn mittauksia suurempi ja teoreettinen jonoprosentti laskettiin aina liikennemäärälle 600 ajon/h saakka. Yksityiskohtaiset laskelmat on esitetty liitteessä 7 ja taulukkoon 20 on koottu eri pisteiden keskimääräiset arvot. Taulukosta nähdään, että kolmatta mittauslukuun ottamatta teoreettinen jonoprosentti väheni leveäkaistaosuudella noin 2 %-yksikköä. Tämä vastasi erittäin hyvin myös aikaisempia havaintoja.

Taulukko 20: Teoreettinen jonoprosentti eri pisteillä.

Teoreettinen jonoprosentti Mittausjakso	Normaali		Leveä		Erotus Leveä - normaali
	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Ränänperä	
28.09-04.10	35.2	32.9	31.2	32.3	-2.3
19.10-02.11	35.0	32.8	31.1	32.6	-2.1
17.11-02.12	34.7	33.1	33.9	36.6	1.4
22.06-04.07	53.9	49.2	50.8	48.3	-2.0
Keskimäärin	39.7	37.0	36.8	37.5	-1.2

Leveäkaistaista- ja normaaliosuuden välillä oli teoreettisen jonoprosentin perusteella tilastollisesti merkitsevä ero 1 %:n riskitasolla ($p=0.003$), kun jätetään huomioimatta kolmannen mittauskerran tulokset. Mikäli joulukuun mittausulos huomioidaan, tilastollista eroa ei ollut 5 %:n riskitasolla. Näin ollen tuloksista voi päätellä, että leveäkaistaosuudella jonoprosentti pieneni keskimäärin noin 2 %-yksikköä kesäolosuhteissa, mutta talvella eroa ei ollut.

3.2.3 Ajoneuvojonojen pituudet

Ajoneuvojonojen keskipituus kertoo, kuinka monta ajoneuvoa jonossa on keskimäärin. Jonon "aiheuttavaa" ajoneuvoa ei laskettu jonossa olevaksi. Myös näissä tuloksissa Kalimenojan muita pisteitä suurempi liikennemäärä hankaloitti tulosten tulkitusta, joten jonojen keskipituuksien erot laskettiin myös Räänänperän ja Sauvonsuon pisteiltä Kemin suuntaan laskettujen tulosten perusteella.

Taulukko 21: Jonojen keskipituuksien muutokset eri osuuksilla. Sulkuihin on merkitty Räänänperän ja Sauvonsuon välinen ero.

Jonon keskipituus (ajon / jono)	Normaali		Leveä		Erotus Leveä-normaali
	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Räänänperä	
28.09-04.10	2.20	1.74	1.71	1.65	-0.29 (-0.09)
19.10-02.11	2.11	1.72	1.68	1.65	-0.25 (-0.06)
17.11-02.12	2.11	1.68	1.69	1.74	-0.17 (+0.07)
22.06-04.07	2.75	2.26	2.22	2.18	-0.31 (-0.08)
Keskimäärin	2.29	1.85	1.83	1.81	-0.25 (-0.04)

Leveällä osuudella jonojen keskipituus oli lähes sama kuin normaaliosuuden Sauvonsuon pisteessä. Kalimenojan tulos poikkesi suuremman liikennemäärän johdosta muista pisteistä huomattavasti. Tuloksesta voi siten sanoa, että leveällä osuudella oli vain vähäinen alentava vaikutus jonojen keskipituuksiin sulan kelin mittauksissa. Talvella (joulukuu) jononpituudet saattavat jopa pidentyä.

Taulukko 22. Jonopituuksien keskihajonta.

Jonon pituuden keskihajonta	Normaali		Leveä		Erotus Leveä - normaali
	Kalimenoja	Sauvonsuo	Varepudas	Räänänperä	
28.09-04.10	1.84	1.22	1.23	1.12	-0.35 (-0.10)
19.10-02.11	1.75	1.16	1.21	1.13	-0.28 (-0.03)
17.11-02.12	1.70	1.10	1.21	1.26	-0.16 (+0.16)
22.06-04.07	2.76	1.82	2.07	1.84	-0.33 (+0.03)
Keskimäärin	2.01	1.33	1.43	1.34	-0.29 (+0.01)

Jonon pituuden keskihajontaan leveällä osuudella ei ole vaikutusta, mitä osoittaa Sauvonsuon ja Räänänperän välinen keskihajontojen ero (+0.01)

3.3 Ajoneuvojen sijainti poikkileikkauksessa

VTT:n tie-, liikenne- ja geotekniikan laboratorio teki ajoneuvon sijaintiin liittyvät ensimmäiset mittaukset valokennojärjestelmällä lokakuussa 1993 viikolla 41. Mittauksia tehtiin sekä normaalilla että leveäkaistaisella osuudella yhden päivän ajan. Mittaustietoja ei varsinaisesti liitetty LAM -tietoihin, mutta VTT esikäsitteli raakadatan siten, että lähtötiedoista saatiin selville ajoneuvon pituus, oikean renkaan sijainti reu-naviivasta ja vasemman renkaan sijainti keskiviivasta sekä ajonopeus.

Ajoneuvotyypit eroteltiin pituuden perusteella siten, että alle 6 metriset ajoneuvot olivat kevyitä ja yli 6 metriset raskaita ajoneuvoja. Raskaisiin kuuluivat siten myös ha+peräkärret ym vastaavat yhdistelmät. Mittaustulos hyväksyttiin vain, jos kevyellä ajoneuvolla saman akseliston renkaiden keskinäinen etäisyys oli 1.2...2.0 metriä ja raskaalla ajoneuvolla 1.2...2.8 metriä.

Havaintomäärät jäivät alhaisiksi, sillä suuri osa mittaustiedoista ei täyttänyt edellä esitettyjä ehtoja, vaikka leveyden raja-arvot oli määrätty hieman sallittuja ajoneuvojen leveysarvoja suuremmiksi. Normaaliosuudella kevyiden ajoneuvojen havaintomäärä oli 75 ajoneuvoa ja raskaiden 20 ajoneuvoa. Leveäkaistaisella osuudella kevyitä ajoneuvoja oli 364 kpl ja raskaita 52 kpl. Kaistan leveys mittauskohdissa oli normaaliosuudella 3.74 meträ ja leveäkaistaisella osuudella 5.21 metriä.

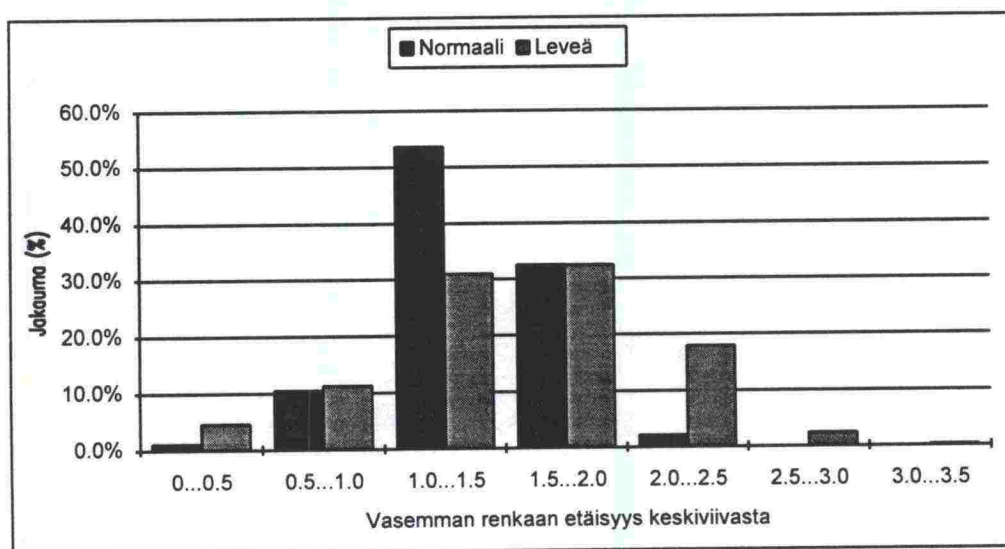
Normaaliosuuden mittauksen aikana tienpinta oli sohjoinen, mutta keli oli melko pitävä. Ilman lämpötila oli noin -1 °C. Mittaustietoja saatiin noin 2 tunnin ajalta, sillä iltapäivän mittaustietojen purku VTT:n laboratoriossa ei onnistunut.

Leveäkaistaisella osuudella mittausaikana tienpinta oli kuiva ja keli pitävä. Ilman lämpötila vaihteli aamun -2 °C:sta iltapäivän + 1 °C:een. Aurinko paistoi keskipäivällä suoraan mittaussuunnasta tulevia autoilijoita kohden, joten häikäisy todennäköisesti vaikutti myös ajokäyttäytymiseen. Mittaustuloksista ei kuitenkaan pystytty poistamaan häikäisyn aikaista mittausjaksoa. Leveäkaistaisella osuudella mittaus tapahtui klo 9-15 (häikäisy kesti noin kahden tunnin ajan).

Taulukko 23: Ajoneuvon vasemman renkaan keskimääräinen etäisyys ja sen keskihajonta keskiviivasta.

Ajoneuvotyyppi	Vasemman renkaan etäisyys keskiviivasta (m)		
	normaali	leveäkaista	erotus (L-N)
Kevyt	1.43	1.52	0.09
Raskas	1.20	1.39	0.19
Kaikki	1.38	1.50	0.12
Ajoneuvotyyppi	Vasemman renkaan sijainnin hajonta (m)		
	normaali	leveäkaista	erotus (L-N)
Kevyet	0.27	0.55	0.28
Raskaat	0.40	0.65	0.25
Kaikki	0.32	0.57	0.25

Autoilijat ajoivat keskiviivasta mitatun etäisyyden keskiarvon perusteella tulkittuna samalla lailla niin normaali- kuin leveäkaistaosuudella. Etäisyys keskiviivasta muuttui vain noin 10 cm:iä kaikkien ajoneuvojen osalta, joten tilastollisesti ero ei ollut merkitsevä ($p>0.05$). Keskihajonta erosi kuitenkin selvästi, sillä normaaliosuudella kaikkien ajoneuvojen keskihajonta oli 0.32 metriä ja leveäkaistaisella osuudella 0.57 metriä. Näin ollen ajoneuvon kuljettaja valitsi ajopaikkansa sivusuunnassa vapaammin leveäkaistaisella osuudella. Tämä sama asia on nähtävissä kuvasta 12, jossa on esitetty jakauman avulla vasemman renkaan sijainti keskiviivasta.



Kuva 12: Ajoneuvojen vasemman renkaan sijaintijakaumat eri osuuksilla prismamittausten perusteella.

Kuten kuvasta huomataan, normaalilla osuudella 86 % autoilijoista ajaa 1.0...2.0 metrin päässä keskiviivasta. Vastaava luku leveäkaistaisella osuudella on 64 %. Leveällä osuudella vain 21 % autoilijoista ajaa yli 2 metrin päässä keskiviivasta, mikä teoriassa mahdollistaa samalla kaistalla tapahtuvat ohitukset.

Ajoneuvojen sijaintimittaus toistettiin kesällä 1994, jolloin mittauksesta vastasi tie- ja liikennetekniikan laboratorio. Ajoneuvon oikean renkaan sijainti arvioitiin silmämääräisesti tiehen asetettujen teippien avulla kolmen mittaajan toimesta. Teipit liimattiin siten, että niiden väli oli 50 cm:iä ja välit numeroitiin 0:sta 7:ään. Väliksi 0 merkittiin reunaviivan sisäreunasta 0.5 metriä pientareelle päin ja ajoradan suuntaan välien numerointi aloitettiin numerosta 1. Lisäksi havaintolomakkeelle kirjattiin pientareella ajavat (normaaliosuudella), ohittajat (leveällä osuudella omaa tai viereistä kaistaa käyttäen) sekä ilman havaintoja jääneet ajoneuvot. Mittaus oli jaksoitettu kolmeen osaan siten, että ensimmäiseksi tarkkailtiin raskaiden ajoneuvojen sijaintia, toiseksi kaikkien ajoneuvojen sijaintia ja viimeiseksi jonojen ensimmäisten ajoneuvojen sijaintia. Jonon ensimmäisellä ajoneuvolla tarkoitetaan tässä jonon "aiheuttavaa" ajoneuvoa. Kunkin seurantavälin kesto oli 15 minuuttia ja seurantahavaintoja oli jokaisessa jaksossa 6...8 kpl. Kokonaishavaintomäärä oli normaali/leveäkaistaosuudella jonon vetäjien osalta 98/108 ajoneuvoa, raskaiden osalta 99/100 ajoneuvoa ja kaikkien ajoneuvojen osalta 357/365 ajoneuvoa. Vasemman renkaan sijaintia keskiviivasta on arvioitu kaavan 2 perusteella. Mittaustulokset ovat liitteessä 8.

$$vas_i = kaista - oik_i - aks_i \quad (2) \quad , \text{ jossa}$$

vas_i = ajoneuvoryhmän i vasemman renkaan sijainti keskiviivasta

$kaista$ = kaistan leveys, leveällä osuudella 5.21 m ja normaalilla osuudella 3.71 m

oik_i = oikean renkaan keskimääräinen sijainti reunaviivasta. Havainnot otaksutaan normaalijakautuneiksi jokaisessa havaintovälissä 0:sta 7:ään. Oikean renkaan keskimääräinen paikka lasketaan kaavalla

$$oik_i = \text{keskimääräinen havaintoväli} \cdot 0.5 \text{ m} - 0.25 \text{ m}$$

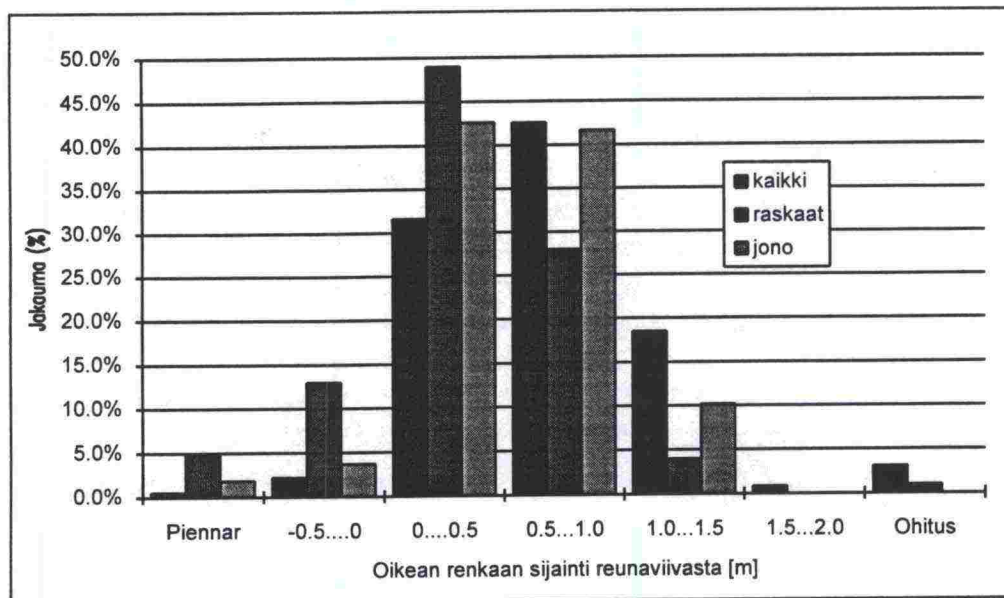
aks_i = ajoneuvoryhmän i keskimääräinen leveys: raskailla 2.2 m, kaikki ajoneuvot 1.7 m (90% henkilöautoja) ja jonon ensimmäiset (noin puolet raskaita) 1.9 m. Liikennevakuutuskannan /6/ perusteella henkilöautojen keskimääräinen leveys on noin 1.6 m.

Taulukko 24: Ajoneuvon oikean renkaan keskimääräinen havaintoluku reunaviivasta ja vasemman renkaan laskennallinen sijainti keskiviivasta.

	Oikean renkaan havaintoväli reunaviivasta normaaliosuus	leveäkaistaosuus	Vasemman renkaan sijainti keskiviivasta normaaliosuus	leveäkaistaosuus
Kaikki	1.82	4.43	1.4 m	1.5 m
Raskaat	1.13	3.18	1.2 m	1.7 m
Jonon vetäjä	1.55	3.81	1.3 m	1.7 m

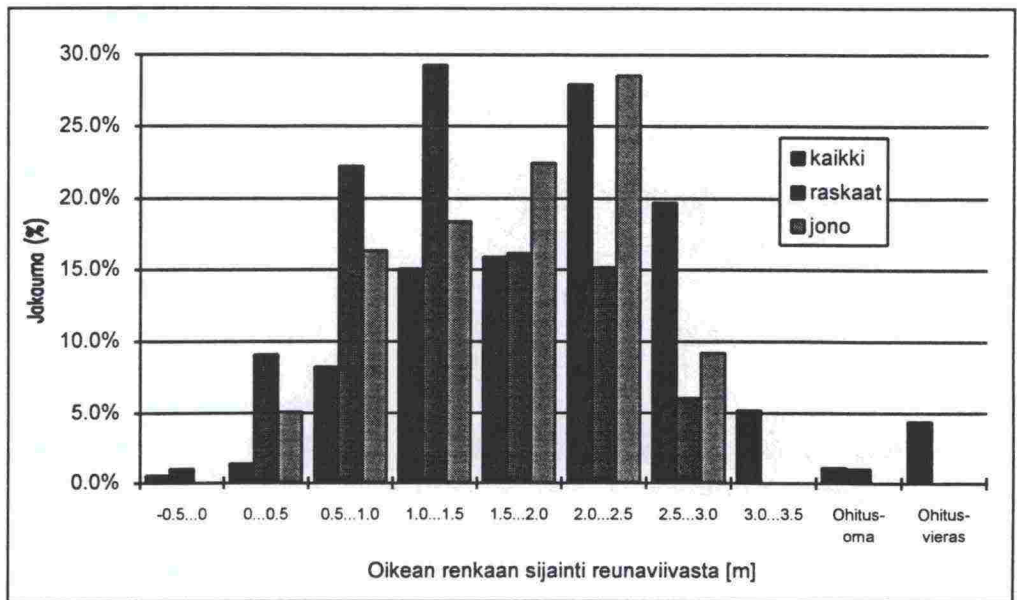
Raskaiden ajoneuvojen ja jonon vetäjien etäisyys keskiviivasta leveällä osuudella oli 0.4...0.5 metriä suurempi kuin normaaliosuudella. Vastaavasti kaikkien ajoneuvojen etäisyys oli vain 0.1 metriä suurempi, mikä oli täsmälleen sama kuin ensimmäisen mittauksen tulos. Normaaliosuudella raskaiden ajoneuvojen etäisyys keskiviivasta oli noin 0.2 metriä ja jonojen ensimmäisten ajoneuvojen etäisyys 0.1 metriä pienempi kuin keskiarvo. Leveällä osuudella raskaiden ja jonon ensimmäisten ajoneuvojen

etäisyys keskiviivasta oli 0.2 metriä suurempi kuin keskimääräinen etäisyys. Kuviin 13-14 on merkitty ajoneuvon oikean renkaan sijainti reunaviivasta normaalilla ja leveäkaistaisella osuudella.



Kuva 13: Oikean renkaan sijainti reunaviivasta normaaliosuudella silmämääräisten havaintojen perusteella.

Normaaliosuudella raskaiden ajoneuvojen kuljettajista 18 % ajoi valkoisen reunaviivan päällä tai pientareella ja 77 % ajoi 0...1.0 metrin päästä reunaviivasta. Kaikkien ajoneuvojen osalta 78 % ajoi pientareella tai enintään 1.0 metrin ja 20 %:ia yli 1.0 metrin päästä reunaviivasta. Noin 6 % jonon ensimmäisenä ajavista ajoneuvoista väisti valkoisen reunaviivan päälle tai pientareelle ja 85 %:ia ajoi 0...1.0 metrin päästä reunaviivasta. Loput eli noin 10 %:ia sitä vastoin ajoi suhteellisen keskellä tietä eli 1.0...1.5 metrin päässä reunaviivasta.



Kuva 14: Oikean renkaan sijainti reunaviivasta leveäkaistaisella osuudella silmä-määräisten havaintojen perusteella.

Leveäkaistaisella osuudella raskaista ajoneuvoista 10 % ajoi aivan valkoisen reunaviivan tuntumassa (alle 0.5 metrin päästä). Tällöin takana tuleva autoilija pystyy yleensä ohittamaan raskaan ajoneuvon samaa kaistaa käyttäen. Raskaiden ajoneuvojen väistämishalukkuus on kuitenkin suuri, sillä 32 % raskaiden ajoneuvojen kuljettajista ajoi alle 1.0 metrin päästä reunaviivasta. Tällöin ohittaminen samaa kaistaa käyttäen on vielä useimmissa tapauksissa mahdollista.

Kaikkien ajoneuvojen osalta vain 2% ajoi alle 0.5 metrin, 10 % alle 1.0 metrin ja 25 % alle 1.5 metrin päästä reunaviivasta. Syksyn mittauksien verrattuna tulos on lähes sama, sillä syksyn mittauksissa 21 %:ia kaikista autoilijoista ajoi alle 1.5 metrin päästä reunaviivasta.

Noin 5 % jonon ensimmäisenä ajavista ajoneuvoista väisti lähelle valkoista reunaviivaa, 21 % ajoi alle 1.0 metrin ja 40 % alle 1.5 metrin päästä reunaviivasta. Siten 60...80 % jonojen ensimmäisten ajoneuvojen kuljettajista ajoi suhteellisen keskellä tietä ja näin hankaloittivat tai tekivät mahdottomaksi takana tulevien ohittamisen omaa kaistaa käyttäen. Mittauspisteen kohdalla tehdyistä ohituksista 80 %:ia tapahtuikin vastaantulevan liikenteen kaistaa käyttäen.

4 PÄÄLLYSTEEN KULUMINEN JA TALVIKUNNOSSAPITO

4.1 Päällysten kuluminen

Päällysten kulumista tarkasteltiin ensimmäisen tien käyttövuoden jälkeen profilometrimittausten ja tien kuntomittausten perusteella. Tulokset ovat vain suuntaa-antavia, koska päällysten alkutiivistyminen ja mahdollinen deformatuminen tapahtuvat käytännössä ensimmäisen vuoden aikana ja niiden osuutta ei pystytä erottamaan päällysten varsinaisesta ensimmäisen käyttövuoden kulumisesta. Tässä tapauksessa määritetty kulumisen sisältää siten sekä varsinaisen kulumisen että alkutiivistymisen.

4.1.1 Profilometrimittaukset

Profilometrimittaukset tehtiin Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratorion toimesta syksyllä -93 (10.9) ja kesällä -94 (25.7). Mittaus tapahtui 6 m:n mittaisella profilometripalkilla, joten koko kaistaleveys voitiin mitata kerralla. Poikkileikkauksia (oikea ja vasen kaista) oli molemmilla osuuksilla 5 kpl ja niistä tutkittiin seuraavat asiat:

- keski- sekä reunauran syvyys 4m:n ja 2m:n "oikolautojen" avulla mitattuna
- keski- ja reunauran paikka keskiviivasta mitattuna 4m:n "oikolaudalla".

Päällysten kokonaiskuluminen saatiin syksyn alkutilanteen ja kesän ensimmäisen varsinaisen mittauksen välisenä erona. Joissakin poikkileikkauksissa erotus oli lievästi negatiivinen, mistä syystä uran syvyys on tällöin muutettu nolaksi. Normaaliolosuudella kolmessa poikkileikkauksessa oli ajoneuvoliikenteen määrä suurempi kuin muissa, joten näiden vilkkaammin liikennöityjen poikkileikkausten tuloksista on vähennetty 0.5 mm:ä aikaisemmista tutkimuksista /3/ saatujen tulosten perusteella. Profilometrimittauksen yksittäiset kaistapoikkileikkaustulokset ovat liitteessä 9 ja taulukosta 25 nähdään päällysten keskimääräinen kokonaiskuluminen ensimmäisen käyttövuoden jälkeen.

Taulukko 25: Päällysteen kokonaiskuluminen ensimmäisen käyttövuoden jälkeen.

Mittausmenetelmä	Kuluminen [mm]		Erotus [L-N]	Erotuksen
	Normaali	Leveäkaista	[mm]	95%:n luottamusväli
4 m oikolauta, keskiura	3.1	1.9	- 1.2	-3.5 ... +1.2
4 m oikolauta, reunaura	2.3	0.8	- 1.5	-2.5 ... -0.4
2 m oikolauta, keskiura	2.7	1.8	- 0.9	-2.5 ... +0.7
2 m oikolauta, reunaura	1.7	0.5	- 1.2	-1.8 ... -0.5

Tuloksesta havaitaan, että keski- ja reunaurien keskisyvyys on noin 1 mm suurempi normaalilla osuudella kuin leveällä. Luottamusvälitarkastelun perusteella reunaurien kulumisero on tilastollisesti merkitsevä 1 %:n riskitasolla. Päällysteen kuluminen kaistan oikeassa reunassa on siten leveäkaistaisella osuudella vähäisempää kuin normaaliosuudella.

Talvikauden 1993-1994 polanteisuus "pakotti" autoilijat ajamaan sekä leveäkaistaisella että normaaliosuudella paljaita ajouria pitkin. Näin ollen päällysteen kuluminen nastarenkaiden vaikutuksesta ei välttämättä ole leveällä osuudella huomattavasti vähäisempää kuin normaaliosuudella. Päällysteen kulumisen kannalta toisen ja kolmannen käyttövuoden mittaukset antanevat selemmän kuvan nastarenkaiden aiheuttamasta kulumisesta.

Keskiuran etäisyys keskiviivasta mitattuna vaihteli huomattavasti eri kaistapoikkileikkauksissa. Leveällä osuudella ensimmäisen käyttövuoden jälkeen keskiura oli 130...200 cm:n ja normaaliosuudella vastaavasti 100...160 cm:n päässä keskiviivasta. Keskiuran sijainti vastaa hyvin sijaintimittausten tuloksia, joidenka mukaan eri ajoneuvoryhmillä vasemman renkaan etäisyys keskiviivasta leveäkaistaisella osuudella oli 1.4...1.7 metriä. Taulukossa 26 on esitetty keski- ja reunauran keskimääräinen etäisyys keskiviivasta mitattuna.

Taulukko 26: Keski- ja reunauran keskimääräinen etäisyys keskiviivasta ensimmäisen käyttövuoden jälkeen.

Ura	Etäisyys keskiviivasta [m]		Erotus [L-N]
	Normaali	Leveäkaista	[m]
Keskiura	1.3	1.6	0.3
Reunaura	3.1	3.4	0.3

4.1.2 Tien kuntomittaukset

Tien kuntomittaus tehtiin Oulun tiepiirin palvelutasomittausautolla. Mittauksessa mittapuomin leveys oli 3.4 metriä ja mittausnopeus 60 km/h. Mittaus tehtiin siten, että mittausautolla ajettiin liikenteen käyttämällä ajouralla. Etenkin normaaliosuudella

reunaviivan kestoperäily (korkeus 5...10 mm) saattoi osittain näkyä myös tulok-
sissa. Mittaustulokset saatiin 100 metrin jaksoissa (poikkileikkaushavainto tehdään
20 metrin jaksoissa) ja ne koottiin suuremmaksi kokonaisuudeksi taulukon 27 mukai-
sesti.

Taulukko 27: Tarkasteltavan tienosan tierekisteriosoite.

Tarkasteltava tieosa	Tierekisteriosoite	Matka (m)
Normaaliosuus - suuri liikennemäärä (N1)	405/1000-405/loppu	5166
Normaaliosuus - pieni liikennemäärä (N2)	406/0000-406/loppu	5358
Leveäkaistaosuus (L)	407/1300-407/7000	5700

Normaaliosuus on siten jaoteltu liikennemäärän perusteella kahteen osaan. Suurella
liikennemäärällä tarkoitetaan Kellon ja Haukiputaan eritasoliittymien välistä osuutta,
jossa liikennemäärä on mittausten perusteella 30...50 % suurempi kuin muilla moot-
toriliikennetien osuuksilla.

Tiejakson tuloksista laskettiin koko osuudelle seuraavat tiedot:

- IRI - tasaisuusluku (mm/m)
- U:ka - maksimiarvojen (Uk,Ur) keskiarvo (mm)
- U:kh - keskihajonta (mm)
- U:max - maksimiarvo (Uk,Ur) 100 m mittausjaksossa (mm)
- Uk - uramuotoon liittyvien keskiurien keskiarvo (mm)
- Ur - uramuotoon liittyvien reunaurien keskiarvo (mm)
- H:ka - Uramuotoon liittyvät harjanteet, keskiarvo (mm)

Ensimmäiset mittaukset tehtiin kesällä 1993 heinä- ja elokuussa päällystysurakan
loputarkastusten yhteydessä ja varsinainen seurantamittaus tehtiin vuoden 1994
elokuussa. Ensimmäinen mittaus oli tehty työmaa-aikaisen paalutuksen mukaisesti,
joten tästä syystä taulukossa 27 esitetty osajako ei täysin toteudu, vaan normaali
(N2) ja leveäkaistainen (L) osuus on yhdistetty yhdeksi kokonaisuudeksi.

Taulukko 28: Uraisuus tien kuntomittausten perusteella ennen moottoriliikennetien
avaamista.

Tiejakso	suunta	IRI	U:ka	U:kh	U:max	Uk	Ur	H:ka
N1	Kemiin	1.32	2.6	2.5	-	2.3	-0.2	3.6
N2+L	Kemiin	1.48	1.8	2.6	-	0.3	1.2	3.4
N1	Ouluun	1.41	1.3	2.8	-	-0.3	0.5	3.7
N2+L	Ouluun	1.47	3.1	2.8	-	1.8	2.1	3.8

Taulukko 29: Uraisuus tien kuntomittausten perusteella ensimmäisen käyttövuoden jälkeen.

Tiejakso	suunta	IRI	U:ka	U:kh	U:max	Uk	Ur	H:ka
N1	Kemiin	1.49	5.8	2.3	7.8	4.6	5.1	4.2
N2	Kemiin	1.64	6.1	2.1	7.9	4.5	5.8	4.7
L	Kemiin	1.53	3.7	2.0	5.6	0.3	3.2	4.4
N1	Ouluun	1.61	5.0	1.9	6.9	3.1	4.6	5.5
N2	Ouluun	1.69	4.9	2.2	6.8	2.3	4.7	5.5
L	Ouluun	1.51	4.7	2.3	6.6	4.4	2.2	4.1

Päällystämisen jälkeen IRI-arvo on hieman yli 1.4 mm/m. Ensimmäisen käyttövuoden jälkeen IRI-arvo asettuu kaikissa tiejaksoissa välille 1.4...1.7 mm/m (keskimäärin noin 1.6 mm/m), joka tasaisuusluokittelun perusteella /4/ tarkoittaa tasaisuudeltaan hyvää tien pintaa. Urasyvyyden keskiarvo (U:ka) on kasvanut yhden vuoden jälkeen noin 2 mm:stä 5 mm:iin eli noin 3 mm. Leveäkaistaisen osuuden päällysteen kulumisen voi arvioida olevan hieman vähäisempää, mutta kuten jo aikaisemmin todettiin, ei päällysteen kulumisen osalta ole ensimmäisen käyttövuoden jälkeen syytä tehdä liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Keskiuran syvyys (Uk) kasvoi vuoden aikana noin 1 mm:stä 3 mm:iin eli tulos on profilometrimittausten kanssa sama. Kuten oli odotettavissa reunauran (Ur) syvyys "kasvoi" mittausten välissä noin 5 mm reunaviiva vaikutuksen takia.

Taulukoissa 30 ja 31 on esitetty myös uratyypin osuudet eri tiejaksoilla. Uramuodossa 1 urien välinen harjanne jää urapalkin reuna-antureiden määrittämän tason alapuolelle, kun taas uramuodossa 2 harjanne ylittää em. tason. Uramuoto 3 kuvaa päällystettä, jossa kulumisurien kohdat ovat poikkiprofiilin ylimpinä pisteinä /5/. Eri uramuotojen profiilit on esitetty kuvassa 15.

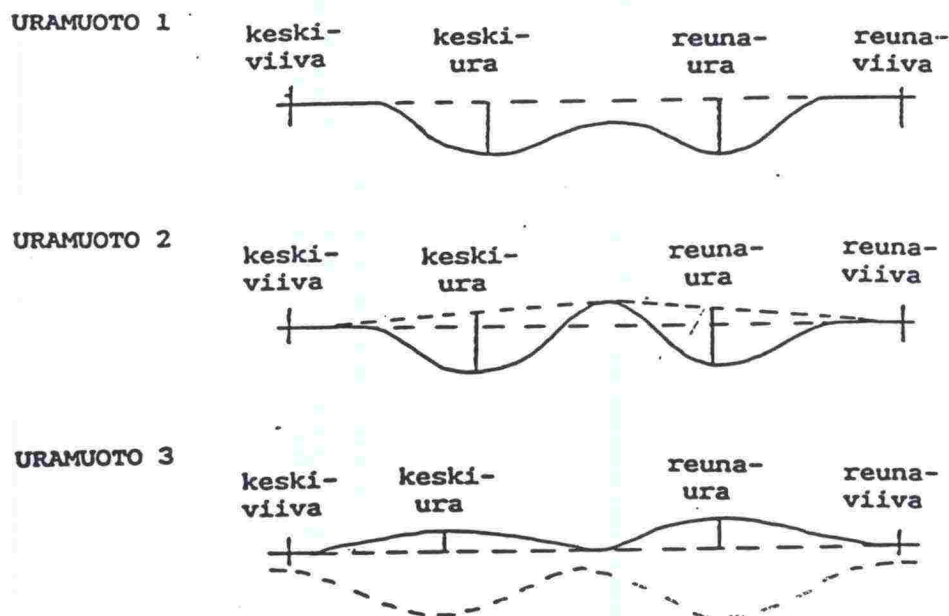
Taulukko 30: Uramuotokauma (%) eri tiejaksoissa ennen tien avaamista.

Tiejakso	suunta	Uramuotokauma (%)		
		1	2	3
N1	Kemiin	20 %	67 %	12 %
N2+L	Kemiin	24%	75%	1%
N1	Ouluun	6%	82%	12%
N2+L	Ouluun	27%	69%	4%

Taulukko 31: Uramuotojakauma (%) eri tiejaksoissa ensimmäisen käyttövuoden jälkeen.

Tiejakso	suunta	Uramuotojakauma (%)		
		1	2	3
N1	Kemiin	66%	34%	0%
N2	Kemiin	69%	31%	0%
L	Kemiin	20%	77%	3%
N1	Ouluun	29%	71%	0%
N2	Ouluun	23%	77%	0%
L	Ouluun	45%	55%	0%

Taulukoista nähdään, että uramuotoa 3 ei ensimmäisen käyttövuoden jälkeen enää liiemmin esiinny. Myös uramuoto 2 on lievästi vähentynyt, joten uramuotojen 1 osuus on lisääntynyt.



Kuva 15: Uramuotojen profiilit /5/

4.2 Talvikunnossapito

Talvikunnossapidossa selvitettiin työmäärien, -muotojen ja -kustannusten eroavaisuuksia normaalilla ja leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä. Mitään varsinaista seurantalutkimusta ei tehty, vaan talvikunnossapidon eroavaisuudet pyrittiin löytämään lin tiemestaripiirissä tehdyn tiemestarin ja apulaistiemestarin haastattelun avulla sekä talvella tehtyjen havaintojen perusteella. Lin tiemestaripiirissä on sekä leveäkaistaista että normaalia moottoriliikennetietä noin 6 km:n matkalla.

Työmuodot todettiin samoiksi molemmilla osuuksilla, sillä tien kokonaisleveys on molemmissa poikkileikkauksissa sama. Työmäärien muutokset olivat leveäkaistaisella osuudella verrattuna normaaliosuuteen seuraavat:

<u>Työ</u>	<u>normaaliosuus</u>	<u>leveäkaistainen osuus</u>
Auraus	etu+sivuaura, kaista yhteen kertaan	samoin, mutta lisäksi pientareen siistimistä vinoetuauralla (joskus)
Höyläys	kaista kahteen kertaan	samoin, hieman suurempi höyläystarve
Suolaus	suolaus kaistalle, kaista on paljas	vaatii enemmän suolaa, polannetta syntyy herkästi suuremmasta suolauksesta huolimatta keskelle ja reunoille

Muut toimet kuten esim. liikennemerkkien puhdistus ja aurasviitoitus eivät poikenneet normaalilla ja leveällä osuudella toisistaan. Myöskään kesäkunnossapidossa ei ollut eroa.

Liukkaudentorjunnasta huolimatta leveälle osuudelle muodostui polannetta sekä keskiviivan molemmille puolille noin metrin matkalle että tien reunoille 2...3 metrin leveydeltä. Leveäkaistaisella osuudella keskikohdan polanteisuuden arveltiin vaikeuttavan ohittamista ja jopa "estävän" ainakin "varovaisempien" kuljettajien ohitusyritykset. Toisaalta polanne keskiviivan läheisyydessä ei höyläyksen jälkeen ole paksu (alle 1 cm), joten useimpien päivittäin kulkevien ja "kokeneimpien" kuljettajan ohituskäyttäytymiseen ei keskikohdan polanteella kuitenkaan uskottu olevan vaikutusta. Talven aikana ohittamisen arveltiin tapahtuvan pääsääntöisesti vastakkaista kaistaa käyttäen, sillä reunapolanteen uskottiin estävän edessä ajavan autoilijan väistämistä aivan kaistan oikeaan reunaan. Tiemestaripiiriin ei talven aikana kuitenkaan tullut huomautuksia tai valituksia leveäkaistaisen tien kunnossapidon tasosta.

Leveäkaistaisen osuuden talvihoidon kustannukset ovat koko talvikauden aikana noin 10 % suuremmat kuin normaalin moottoriliikennetien. Rahallisesti arvioituna

kustannuslisäys oli koko leveäkaistaisella osuudella noin 10 000 mk eli noin 1500 mk/tie-km. Suolaus aiheuttaa ylivoimaisesti suurimman osan tästä lisäkustannuksesta, sillä suolauksen kustannus arvioitiin leveällä osuudella noin 1.5-kertaiseksi normaaliin osuuteen verrattuna.

Jatkossa arvioitiin leveäkaistaisen osuuden päällysteen vähäisemmän kulumisen lievästi alentavan talvikunnossapidon kustannuksia, mutta todellista kustannussäästöä päällysteen vähäisemmästä kulumisesta saadaan vasta vähäisemmän uudelleen päällystämisen ansiosta. Harkittavaksi jäi, tulisiko suolauksen määrää nykyisestä lisätä levittämällä suolaa myös keskiviivan päälle vai tulisiko suolauksen painopistettä muuttaa siten, että suolalla pyritäisiin pitämään auki vain normaalin osuuden mukainen tienosuus. Todennäköisin vaihtoehto on, että suolausta lisätään ensimmäisen talvikauden määristä. Ylitsemestarin arvion mukaan talvihoidon kustannukset olisivat tällöin 15...20 % normaalia moottoriliikennetietä suuremmat.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Leveäkaistainen moottoriliikennetie otettiin käyttöön Oulun pohjoispuolella Vt4:llä välillä Asemakylä - Ränänperä syyskuussa 1993. Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratoriossa tarkasteltiin leveäkaistaisen moottoriliikennetien soveltuvuutta Suomen oloissa mittaamalla ajokäyttäytymistä liikenteen automaattisen mitausjärjestelmän (LAM) pisteiden ja siirrettävien tarkkailupisteiden perusteella syksyllä ja alkutalvesta 1993 sekä kesällä 1994. Tutkimuksessa on seurattu kuljettajien ajonopeuksia ja ajoneuvovälejä sekä ajoneuvojen sijaintia, talvikunnossapitoa ja päällysten kulumista niin normaalilla kuin leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä.

Päiväliikenteessä aritmeettinen keskinopeustaso oli leveäkaistaosuudella normaaliin moottoriliikennetiehen verrattuna sulan kelin mittauksissa 2...3 km/h ja talvimittauksessa (joulukuu) noin 1 km/h korkeampi. Keskimäärin ero oli 1.9 km/h ja se oli myös tilastollisesti merkitsevä 5 %:n riskitasolla. Harmoninen keskinopeus oli noin 1...2 km/h aritmeettista keskiarvoa alhaisempi.

Yöllä leveäkaistaisella osuudella ajoneuvojen keskinopeus oli eri mittauksissa 0.1...1.5 km/h suurempi kuin normaalilla osuudella. Kevyiden ajoneuvojen keskimääräinen ero 1.5 km/h oli tilastollisesti merkitsevä 5 % riskitasolla. Raskaiden ajoneuvojen keskinopeuden ero vaihteli -1.2...0.3 km/h välillä.

Sulan kelin mittauksissa jonon keskinopeus oli leveällä osuudella 2...3 km/h ja talvella noin 1 km/h tavallista moottoriliikennetietä korkeampi. Keskimääräinen ero, 2.2 km/h, oli tilastollisesti merkitsevä 5 %:n riskitasolla. Yksittäisten ajoneuvojen keskinopeus oli leveällä osuudella sulan kelin mittauksissa 1...2 km/h normaaliosuutta korkeampi. Talvella ei yksittäisten ajoneuvojen keskinopeuksissa ollut eroja. Ruuhkaliikenteessä leveäkaistaosuudella nopeudet olivat likimain samat kuin normaaliosuudella.

Ruotsalaiseen tutkimukseen /1/ verrattuna ajonopeuksien muutos päiväliikenteessä oli likipitään samansuuruinen, mutta yöliikenteessä nopeuksien kohoaminen oli selvästi henkilöautojen osalta vähäisempää Suomessa kuin Ruotsissa. Nopeustason nousulla voi olla liikenneturvallisuutta heikentäviä vaikutuksia, sillä yleensä nopeuksien noustessa onnettomuusriski kasvaa ja onnettomuuksien seuraukset pahentuvat.

Oman nopeuden valinta oli vapaampaa leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä kuin normaaliosuudella, sillä kaikkien ajoneuvojen nopeuksien keskihajonta oli leveällä osuudella normaaliosuuteen verrattuna keskimäärin 0.5 km/h suurempi sekä päivällä että yöllä. Ero oli tilastollisesti merkitsevä 1 %:n riskitasolla päiväliikenteessä ja 5 %:n riskitasolla yöliikenteessä. Kevyillä ajoneuvoilla keskihajonnan ero vaihteli 0.0...0.3 km/h välillä ja päiväliikenteessä nopeuden keskimääräisessä keskihajonnassa oli tilastollisesti merkitsevä ero (0.2 km/h) 1 %:n riskitasolla. Raskailla ajoneuvoilla keskihajonnan ero vaihteli -0.5...0.7 km/h välillä. Tilastollisesti merkitsevä ero oli yöliikenteessä (-0.2 km/h) 5 %:n riskitasolla.

Kevyiden ajoneuvojen mediaaninopeudessa oli tilastollisesti merkitsevä ero (2 km/h) 5 %:n riskitasolla leveäkaista- ja normaaliosuuden välillä. Päiväliikenteessä v_{85} -nopeudet olivat keskinopeuden tavoin sulan kelin mittauksissa 2...3 km/h ja talvimittauksessa noin 1 km/h korkeammat leveällä osuudella. Yöliikenteessä eroa oli vain kesäolosuhteissa 1...2 km/h. Raskaiden ajoneuvojen v_{85} -nopeudet olivat likipitään samat molemmissa poikkileikkauksissa. Erittäin suurta (yli 130 km/h) ylinopeutta ajavia ei ollut leveäkaistaisella osuudella normaalia enempää.

Keskinopeuden riippuvuutta liikennemäärästä seurattiin kesällä 1994 ja se aleni peräti 15...26 km/h 1000 ajoneuvoa kohden, mikä on 3...5 kertaa suurempi kuin aikaisemmin moottoriliikennetietutkimuksessa saatu tulos [2]. Tulosten poikkeavuus selittyy sillä, että tässä tutkimuksessa tuntiliikennemäärä oli suurimmillaan noin 700 ajoneuvoa, kun se vuonna 1992 tehdyssä tutkimuksessa kohosi jopa 2200 ajoneuvoon. Leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä nopeustaso pysyi normaaliosuutta korkeampana myös suurilla liikennemäärillä.

Ajoneuvovälitarkasteluissa alle 0.5 sekunnin ajoneuvovälien määrä jonossa ajettaissa on suurin leveäkaistaisen osuuden pisteillä. Tämä johtuu siitä, että osa ajoneuvoista on leveällä osuudella ohitustilanteessa "lomitain" tai rinnakkain samalla kaistalla, jolloin ajoneuvojen aikavälit toisiinsa nähden ovat hyvin pieniä.

Ajoneuvojonojen keskipituuksissa tai -hajonnoissa ei todettu merkittäviä muutoksia eri kaistatyyppien välillä. Jonoprosentti aleni leveäkaistaosuudella Sauvonsuon ja Ränänperän pisteiden tulosten perusteella 0.9...3.6 % (keskimäärin 2.5 %). Tilastollisesti jonoprosenttien välinen ero oli merkitsevä 5 %:n riskitasolla ($p=0.026$). Aamuruuhkassa jonoprosentti oli leveällä osuudella Sauvonsuon pisteen vertailutietojen perusteella noin 4 %-yksikköä ja iltaruuhkaliikenteessä noin 3 %-yksikköä normaaliosuutta pienempi.

Leveäkaistaosuuden alku- ja loppupäiden jonoprosenttien perusteella jonossa ajavien osuus väheni Oulun suuntaan noin 2 %-yksikköä ja Kemlin suuntaan noin 1 %-yksikköä. Oulun suunnan keskimääräinen ero oli myös tilastollisesti merkitsevä 5 %:n riskitasolla. Talviaikana Kemlin suunnan jonoprosentti kasvoi leveäkaistaosuuden loppupäässä.

Teoreettisen jonoprosenttipolynomiyhtälön selitysasteeksi saatiin eri pisteillä ja mitauskerroilla 95.9 - 99.2 %. Sulissa keliolosuhteissa teoreettinen jonoprosentti oli leveäkaistaosuudella noin 2 %-yksikköä normaaliosuutta pienempi. Ero oli tilastollisesti merkitsevä 1 %:n riskitasolla ($p=0.003$).

VTT:n valokennojärjestelmällä lokakuussa 1993 tehtyjen sijaintimittaustulosten perusteella autoilijat ajoivat samalla lailla niin normaali- kuin leveäkaistaosuudella. Etäisyys keskiviivasta oli leveäkaistaisella tiellä keskimäärin vain noin 10 cm tavallista moottoriliikennetietä suurempi. Ajoneuvon kuljettaja valitsi kuitenkin ajopaikkansa sivusuunnassa vapaammin leveäkaistaisella osuudella kuin tavallisella moottoriliikennetiellä, sillä normaaliosuudella sijainnin keskihajonta oli kaikkilla ajoneuvoilla 0.32 m ja leveäkaistaisella osuudella 0.57 m.

Kesällä 1994 tie- ja liikennetekniikan laboratorion tekemässä jatkoseurannassa arvioitiin ajoneuvon oikean renkaan sijainti silmämääräisesti tiehen asetettujen teippien avulla. Leveällä osuudella raskaiden ja jonon ensimmäisten ajoneuvojen etäisyys keskiviivasta oli 0.2 metriä suurempi kuin keskimääräinen etäisyys 1.5 metriä. Raskaista ajoneuvoista noin 30 % ajoi ja kaikista ajoneuvoista noin 10 % alle 1.0 metrin päästä reunaviivasta. Jonon vetävistä 60...80 % ajoi leveäkaistaisella tiellä yli 1.0...1.5 m:n päässä reunaviivasta ja näin hankaloitti tai teki mahdolliseksi takana tulevien ohittamisen omaa kaistaa käyttäen. Ohituksista 80 % tapahtuikin vastaantulevan liikenteen kaistaa käyttäen. Leveän osuuden alkuun voisi olla syytä laittaa opastintaulu, jossa autoilijoita kehoitettaisiin ajamaan tieliikennelain mukaisesti tien oikeassa reunassa.

Päällysteen kulumista tarkasteltiin ensimmäisen tien käyttövuoden jälkeen profilometrimittausten ja tien kuntomittausten perusteella. Päällysteen kulumisesta kertova reunaurien keskisyvyys on noin 1 mm suurempi normaalilla osuudella kuin leveällä ja ero on tilastollisesti merkitsevä 1 %:n riskitasolla. Tulos on vain suuntaa-antava, koska päällysteen alkutiivistyminen ja mahdollinen deformatuminen tapahtuu käytännössä ensimmäisen vuoden aikana. Päällysteen kuluminen kannalta toisen ja kolmannen käyttövuoden mittaukset antanevat selvemmän kuvan nastarenkaiden aiheuttamasta kulumisesta.

Tien kuntomittausten perusteella saatiin päällystämisen jälkeiseksi tasaisuuluvuksi (IRI-arvo) hieman yli 1.4 mm/m. Ensimmäisen käyttövuoden jälkeen IRI-arvo vaihteli 1.4...1.7 mm/m välillä (keskimäärin noin 1.6 mm/m), joka tasaisuusluokittelun perusteella /4/ tarkoittaa tasaisuudelta hyvää tien pintaa. Urasyvyyden keskiarvo on kasvanut yhden vuoden jälkeen noin 3 mm, 2 mm:stä 5 mm:iin. Leveäkaistaisen osuuden päällysteen kuluminen on normaaliosuutta hieman vähäisempää, mutta ensimmäisen käyttövuoden jälkeen ei vielä ole syytä tehdä liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

Talvikunnossapidon työmuodot olivat molemmilla osuuksilla samat. Leveäkaistaista tietä aurattiin ja höylättiin vain hieman enemmän kuin tavallista moottoriliikennetietä. Suurin työmäärän lisäys tapahtui liukkaudentorjunnassa (suolauksessa). Leveäkaistaisen osuuden talvihoito oli talvikautena 1993-94 noin 10 % kalliimpi kuin normaalin moottoriliikennetien. Rahallisesti arvioituna kustannuslisäys oli leveäkaistaisella osuudella noin 10000 mk eli noin 1500 mk/tie-km. Suolaus 1.5 -kertaisena aiheutti ylivoimaisesti suurimman osan tästä lisäkustannuksesta.

Liukkaudentorjunnasta huolimatta leveälle osuudelle muodostui polannetta sekä keskiviivan molemmille puolille noin metrin matkalle että tien reunoille 2...3 metrin leveydeltä. Keskikohdan polanteisuus vaikeuttanee varovaisempien kuljettajien ohittamista, vaikka polanne höyläyksen jälkeen on alle 1 cm paksu. Talven aikana ohittaminen tapahtunee pääsääntöisesti vastakkaista kaistaa käyttäen, sillä reunapolanne estää edessä ajavan autoilijan väistämisen aivan kaistan oikeaan reunaan. Tiemestaripiiriin ei talven aikana tullut huomautuksia tai valituksia leveäkaistaisen tien kunnossapidon tasosta.

Jatkossa toivotaan kustannussäästöä päällysteen vähäisemmästä kulumisesta ja uudelleen päällystämistarpeesta. Harkittavana on, tulisiko suolauksen määrää nykyisestä lisätä levittämällä suolaa myös keskiviivan päälle vai tulisiko suolauksen painopistettä muuttaa siten, että suolalla pyritäisiin pitämään auki vain normaalin osuuden mukainen kaistalevyys. Todennäköisin vaihtoehto on, että suolausta lisätään ensimmäisen talvikauden määrästä, jotta ajoneuvojen sivusuuntaisen paikan valinta olisi vapaampaa ja nastarenkaiden aiheuttama päällysteen urautuminen vähäisempää. Ylitiemestarin arvion mukaan talvihoidon kustannukset ovat tällöin 15...20 % normaalia moottoriliikennetietä suuremmat.

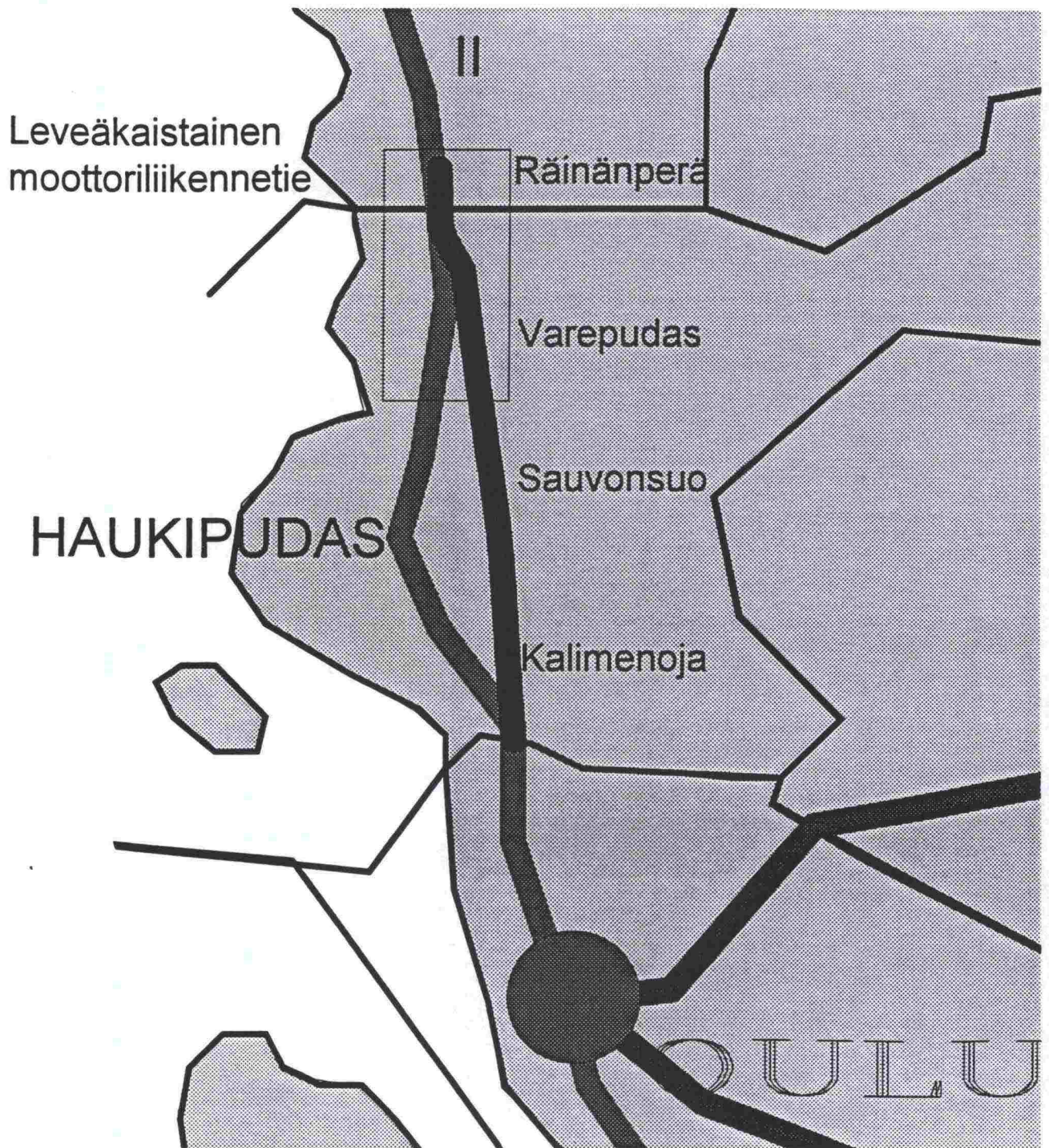
6 KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ S-O. Lundkvist, G. Helmers, B. Nilsson, U. Ytterbom, L. Runersjö, I. Lauridsen. Heldragen kantlinje på motortrafikled. VTI meddelande 644. Linköping 1990.
- /2/ Åsa Enberg, Moottoriliikennetien liikennevirran ominaisuudet. Tielaitoksen selvityksiä 12/1992. Tiehallitus, kehittämiskeskus. Helsinki 1992.
- /3/ Rauno Matila. Asfalttipäällysteiden suunnittelu Suomessa ja nastattoman liikenteen maissa. Oulun yliopisto, diplomityö. Oulu 1993.
- /4/ Eero Lehtipuu. Päällysteiden kunnostuskriteerit. ASTO 1987-1992, TR9/2. VTT, Tie-, geo ja liikennetekniikan laboratorio n:o 95. Espoo 1992.
- /5/ Keski-Pohjanmaan ja Oulun tiipiirien palvelutasomittarin toimintaperiaatteet. Keski-Pohjanmaan ja Oulun tiepiirit. Ylivieska 1991.
- /6/ Jani Huttula, Timo Ernvall. Henkilöauton koon ja vetotavan vaikutus kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa. Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratorion julkaisuja 24. Oulu 1994.

7 LIITELUETTELO

1. Kartta tutkimustiestä
2. Pistekohtaiset keskinopeudet eri mittausjaksoissa
3. Pistekohtaiset keskihajonnat eri mittausjaksoissa
4. Pistekohtaiset v85-nopeudet eri mittausjaksoissa
5. Ajoneuvovälit, kaikki havainnot
6. Jonoprosentti ruuhka-aikoina
7. Teoreettinen jonoprosentti
8. Kesän 1994 sijaintimittaushavainnot
9. Profilometrimittauksen tulokset

KARTTA TUTKIMUSTIESTÄ



PISTEKOHTAISET KESKINOPEUDET ERI MITTAUSJAKSOISSA

Aritmeettinen keskinopeus Kaikki ajoneuvot Päiväliikenne (klo 7-19)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			97.3	100.3	3.1	100.9	101.8	0.9
2. mittaus	19/10-02/11/1993			95.4	98.0	2.7	98.6	99.6	0.9
3. mittaus	17/11-02/12/1993			93.2	94.6	1.4	97.2	97.6	0.4
4. mittaus	22/06-04/07/1994			93.8	98.0	4.2	97.1	98.2	1.1
Keskimäärin				94.9	97.7	2.8	98.5	99.3	0.8

Harmoninen keskinopeus Kaikki ajoneuvot Päiväliikenne (klo 7-19)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			96.0	98.9	2.9	99.8	100.4	0.6
2. mittaus	19/10-02/11/1993			94.3	96.8	2.5	97.3	98.2	0.9
3. mittaus	17/11-02/12/1993			92.2	93.5	1.4	96.0	96.3	0.2
4. mittaus	22/06-04/07/1994			92.7	96.3	3.6	95.8	96.7	0.9
Keskimäärin				93.8	96.4	2.6	97.2	97.9	0.7

Aritmeettinen keskinopeus Kaikki ajoneuvot Yöliikenne (klo 19-7)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			99.5	101.1	1.6	101.8	101.3	-0.6
2. mittaus	19/10-02/11/1993			97.2	98.6	1.4	98.4	98.0	-0.4
3. mittaus	17/11-02/12/1993			95.4	95.6	0.2	97.7	97.6	-0.1
4. mittaus	22/06-04/07/1994			96.3	99.5	3.2	99.9	99.7	-0.2
Keskimäärin				97.1	98.7	1.6	99.5	99.2	-0.3

Harmoninen keskinopeus Kaikki ajoneuvot Yöliikenne (klo 19-7)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			98.2	99.6	1.4	100.0	99.4	-0.6
2. mittaus	19/10-02/11/1993			96.0	97.1	1.1	96.9	96.4	-0.5
3. mittaus	17/11-02/12/1993			94.2	94.4	0.1	96.2	96.2	0.0
4. mittaus	22/06-04/07/1994			95.1	98.0	2.9	98.3	97.8	-0.5
Keskimäärin				95.9	97.3	1.4	97.8	97.4	-0.4

Aritmeettinen keskinopeus Kevyet ajoneuvot Päiväliikenne (klo 7-19)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			98.5	102.4	3.9	102.4	103.7	1.3
2. mittaus	19/10-02/11/1993			96.3	99.6	3.3	100.0	101.3	1.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993			94.1	96.1	2.0	98.5	99.1	0.6
4. mittaus	22/06-04/07/1994			94.9	99.9	5.0	98.7	100.4	1.7
Keskimäärin				96.0	99.5	3.5	99.9	101.1	1.2

Harmoninen keskinopeus Kevyet ajoneuvot Päiväliikenne (klo 7-19)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			97.4	101.2	3.9	101.5	102.5	1.0
2. mittaus	19/10-02/11/1993			95.3	98.5	3.2	98.8	100.1	1.3
3. mittaus	17/11-02/12/1993			93.2	95.2	2.0	97.5	97.9	0.4
4. mittaus	22/06-04/07/1994			93.9	98.5	4.6	97.5	99.1	1.6
Keskimäärin				94.9	98.3	3.4	98.8	99.9	1.1

Aritmeettinen keskinopeus Kevyet ajoneuvot Yöliikenne (klo 19-7)		Oulun suunta			Kemin suunta		
		Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
		Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	101.3	104.3	3.0	105.1	105.1	0.0
2. mittaus	19/10-02/11/1993	98.9	101.5	2.6	101.5	101.9	0.3
3. mittaus	17/11-02/12/1993	96.9	98.0	1.1	100.6	101.1	0.5
4. mittaus	22/06-04/07/1994	97.7	101.5	3.8	103.1	103.4	0.3
Keskimäärin		98.7	101.3	2.6	102.6	102.9	0.3

Harmoninen keskinopeus		Oulun suunta			Kemin suunta		
Kevyet ajoneuvot		Normaali	Leveä		Normaali	Leveä	
Yöliikenne (klo 19-7)		Kalimenoja	Varepudas	Muutos	Sauvonsuo	Räinänperä	Muutos
1. mittaus	28/09-04/10/1993	100.1	103.1	3.0	103.5	103.4	0.0
2. mittaus	19/10-02/11/1993	97.8	100.2	2.4	100.2	100.4	0.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993	95.9	96.9	0.9	99.2	99.8	0.6
4. mittaus	22/06-04/07/1994	96.6	100.2	3.6	101.7	101.7	0.0
Keskimäärin		97.6	100.1	2.5	101.2	101.3	0.2

Aritmeettinen keskinopeus		Oulun suunta			Kemin suunta		
Raskaat ajoneuvot		Normaali	Leveä		Normaali	Leveä	
Päiväliikenne (klo 7-19)		Kalimenoja	Varepudas	Muutos	Sauvonsuo	Räinänperä	Muutos
1. mittaus	28/09-04/10/1993	87.3	87.5	0.2	88.8	88.4	-0.5
2. mittaus	19/10-02/11/1993	86.8	87.4	0.6	87.3	87.5	0.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993	85.1	84.9	-0.2	86.7	86.9	0.2
4. mittaus	22/06-04/07/1994	85.4	86.4	1.0	86.6	85.9	-0.7
Keskimäärin		86.2	86.6	0.4	87.4	87.2	-0.2

Harmoninen keskinopeus		Oulun suunta			Kemin suunta		
Raskaat ajoneuvot		Normaali	Leveä		Normaali	Leveä	
Päiväliikenne (klo 7-19)		Kalimenoja	Varepudas	Muutos	Sauvonsuo	Räinänperä	Muutos
1. mittaus	28/09-04/10/1993	86.5	86.9	0.3	88.3	87.7	-0.6
2. mittaus	19/10-02/11/1993	85.9	86.8	0.9	86.6	86.8	0.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993	84.2	84.3	0.1	86.0	86.4	0.3
4. mittaus	22/06-04/07/1994	84.7	85.3	0.6	86.0	85.0	-1.0
Keskimäärin		85.3	85.8	0.5	86.7	86.5	-0.3

Aritmeettinen keskinopeus Raskaat ajoneuvot Yöliikenne (klo 19-7)		Oulun suunta			Kemin suunta		
		Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
		Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	89.4	87.7	-1.7	88.6	88.0	-0.6
2. mittaus	19/10-02/11/1993	87.6	87.3	-0.3	87.2	87.0	-0.3
3. mittaus	17/11-02/12/1993	86.2	86.5	0.3	87.2	87.4	0.3
4. mittaus	22/06-04/07/1994	86.2	87.0	0.8	87.6	86.9	-0.8
Keskimäärin		87.4	87.1	-0.2	87.7	87.3	-0.3

Harmoninen keskinopeus Raskaat ajoneuvot Yöliikenne (klo 19-7)		Oulun suunta			Kemin suunta		
		Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
		Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	88.9	87.2	-1.7	88.0	87.3	-0.7
2. mittaus	19/10-02/11/1993	87.0	86.8	-0.2	86.7	86.4	-0.3
3. mittaus	17/11-02/12/1993	85.7	86.0	0.4	86.6	86.8	0.2
4. mittaus	22/06-04/07/1994	85.5	86.3	0.8	87.1	86.3	-0.9
Keskimäärin		86.8	86.6	-0.2	87.1	86.7	-0.4

Aritmeettinen keskinopeus Jonossa ajavat		Oulun suunta			Kemin suunta		
		Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
		Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	94.5	98.5	4.0	98.5	99.6	1.2
2. mittaus	19/10-02/11/1993	92.4	96.0	3.6	95.8	96.8	1.0
3. mittaus	17/11-02/12/1993	90.3	91.8	1.5	94.2	93.9	-0.3
4. mittaus	22/06-04/07/1994	90.7	95.6	4.9	94.3	95.9	1.5
Keskimäärin		92.0	95.4	3.5	95.7	96.5	0.9

Aritmeettinen keskinopeus Yksittäiset ajoneuvot		Oulun suunta			Kemin suunta		
		Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
		Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	99.5	101.1	1.6	102.1	102.7	0.7
2. mittaus	19/10-02/11/1993	97.5	98.9	1.4	100.1	100.8	0.7
3. mittaus	17/11-02/12/1993	95.5	95.8	0.3	98.5	99.0	0.5
4. mittaus	22/06-04/07/1994	96.4	99.5	3.1	99.0	99.8	0.8
Keskimäärin		97.2	98.8	1.6	99.9	100.6	0.7

Aritmeettinen keskinopeus Aamuruuhkaliikenne Oulun suunta		Normaali	Normaali	ka	Leveä	Leveä	ka
		Kalimenoja	Sauvonsuo		Varepudas	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	97.7	99.7	98.4	101.2	100.9	101.0
2. mittaus	19/10-02/11/1993	97.6	98.9	98.2	98.8	98.7	98.8
3. mittaus	17/11-02/12/1993	93.2	95.2	94.7	95.2	94.2	94.7
4. mittaus	22/06-04/07/1994	97.1	100.8	99.4	100.0	100.0	100.0
Keskimäärin		96.4	98.6	97.7	98.8	98.4	98.6

Harmoninen keskinopeus Aamuruuhkaliikenne Oulun suunta		Normaali	Normaali	ka	Leveä	Leveä	ka
		Kalimenoja	Sauvonsuo		Varepudas	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	96.7	98.3	97.3	100.0	99.8	99.8
2. mittaus	19/10-02/11/1993	96.4	97.8	97.1	97.6	97.6	97.6
3. mittaus	17/11-02/12/1993	92.3	94.1	93.7	94.2	93.3	93.7
4. mittaus	22/06-04/07/1994	96.2	99.6	98.3	98.3	98.9	98.6
Keskimäärin		95.4	97.4	96.6	97.5	97.4	97.4

Aritmeettinen keskinopeus Iltaruuhkaliikenne Kemin suunta		Normaali	Normaali	ka	Leveä	Leveä	ka
		Kalimenoja	Sauvonsuo		Varepudas	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	100.6	101.3	100.9	100.6	102.2	101.4
2. mittaus	19/10-02/11/1993	98.3	98.5	98.4	97.7	99.0	98.4
3. mittaus	17/11-02/12/1993	94.3	96.2	95.4	94.7	95.9	95.3
4. mittaus	22/06-04/07/1994	94.3	95.9	95.4	95.1	96.9	96.0
Keskimäärin		96.9	98.0	97.5	97.0	98.5	97.8

Harmoninen keskinopeus Iltaruuhkaliikenne Kemin suunta		Normaali	Normaali	ka	Leveä	Leveä	ka
		Kalimenoja	Sauvonsuo		Varepudas	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993	99.7	100.3	99.9	98.9	100.7	99.8
2. mittaus	19/10-02/11/1993	97.4	97.3	97.3	96.8	97.7	97.3
3. mittaus	17/11-02/12/1993	93.3	95.2	94.4	93.6	94.8	94.2
4. mittaus	22/06-04/07/1994	93.0	94.6	94.1	93.6	95.1	94.4
Keskimäärin		95.8	96.9	96.4	95.7	97.1	96.4

PISTEKOHTAISET NOPEUKSIEN KESKIHAJONNAT ERI MITTAUSJAKSOISSA

Nopeuden keskihajonta				Oulun suunta			Kemin suunta		
Kaikki ajoneuvot				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
Päiväliikenne (klo 7-19)				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			10.7	11.3	0.6	10.4	11.1	0.7
2. mittaus	19/10-02/11/1993			10.1	10.4	0.4	10.2	10.7	0.5
3. mittaus	17/11-02/12/1993			9.5	9.8	0.3	9.7	10.3	0.6
4. mittaus	22/06-04/07/1994			10.5	11.2	0.8	10.7	11.4	0.7
Keskimäärin				10.2	10.7	0.5	10.2	10.9	0.6

Nopeuden keskihajonta				Oulun suunta			Kemin suunta		
Kaikki ajoneuvot				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
Yöliikenne (klo 19-7)				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			11.9	12.6	0.7	12.9	13.2	0.3
2. mittaus	19/10-02/11/1993			11.2	11.8	0.6	11.7	12.2	0.5
3. mittaus	17/11-02/12/1993			10.6	10.7	0.1	11.2	11.6	0.4
4. mittaus	22/06-04/07/1994			11.5	11.8	0.3	12.2	12.8	0.6
Keskimäärin				11.3	11.7	0.4	12.0	12.4	0.4

Nopeuden keskihajonta				Oulun suunta			Kemin suunta		
Kevyet ajoneuvot				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
Päiväliikenne (klo 7-19)				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			10.3	10.4	0.1	9.7	10.1	0.4
2. mittaus	19/10-02/11/1993			9.8	9.9	0.1	9.7	9.9	0.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993			9.2	9.3	0.1	9.2	9.8	0.6
4. mittaus	22/06-04/07/1994			10.2	10.4	0.2	10.3	10.4	0.2
Keskimäärin				9.9	10.0	0.1	9.7	10.1	0.4

Nopeuden keskihajonta				Oulun suunta			Kemin suunta		
Kevyet ajoneuvot				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
Yöliikenne (klo 19-7)				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			11.5	11.4	-0.1	11.8	11.8	0.0
2. mittaus	19/10-02/11/1993			10.8	11.0	0.2	10.9	11.2	0.3
3. mittaus	17/11-02/12/1993			10.2	10.3	0.1	10.4	10.7	0.3
4. mittaus	22/06-04/07/1994			11.2	11.2	0.0	11.4	11.9	0.5
Keskimäärin				10.9	11.0	0.0	11.1	11.4	0.3

Nopeuden keskihajonta				Oulun suunta			Kemin suunta		
Raskaat ajoneuvot				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
Päiväliikenne (klo 7-19)				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			8.5	7.6	-0.9	7.4	7.7	0.3
2. mittaus	19/10-02/11/1993			7.8	7.2	-0.6	7.1	7.9	0.8
3. mittaus	17/11-02/12/1993			8.0	7.1	-0.9	6.8	6.8	-0.1
4. mittaus	22/06-04/07/1994			8.4	8.6	0.2	7.4	8.6	1.2
Keskimäärin				8.2	7.6	-0.6	7.2	7.7	0.6

Nopeuden keskihajonta				Oulun suunta			Kemin suunta		
Raskaat ajoneuvot				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
Yöliikenne (klo 19-7)				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			8.1	7.1	-1.0	7.8	8.4	0.6
2. mittaus	19/10-02/11/1993			7.8	6.8	-1.1	6.8	7.2	0.4
3. mittaus	17/11-02/12/1993			8.0	6.8	-1.1	7.1	7.7	0.6
4. mittaus	22/06-04/07/1994			8.8	7.8	-1.0	6.9	7.6	0.7
Keskimäärin				8.2	7.1	-1.0	7.2	7.7	0.6

PISTEKOHTAISET V₈₅-NOPEUDET ERI MITTAUSJAKSOISSA

v85-nopeus Kaikki ajoneuvot Päiväliikenne (klo 7-19)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			106.9	110.5	3.6	110.2	111.6	1.4
2. mittaus	19/10-02/11/1993			104.7	107.6	2.9	108.0	109.2	1.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993			102.0	103.8	1.7	105.8	107.0	1.1
4. mittaus	22/06-04/07/1994			103.4	108.2	4.8	106.9	108.6	1.7
Keskimäärin				104.3	107.5	3.3	107.7	109.1	1.4

v85-nopeus Kaikki ajoneuvot Yöliikenne (klo 19-7)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			110.1	112.5	2.4	112.8	112.9	0.1
2. mittaus	19/10-02/11/1993			107.1	109.0	1.9	109.0	109.2	0.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993			104.7	104.9	0.3	107.6	108.0	0.4
4. mittaus	22/06-04/07/1994			106.1	109.9	3.8	110.4	111.3	0.9
Keskimäärin				107.0	109.1	2.1	109.9	110.3	0.4

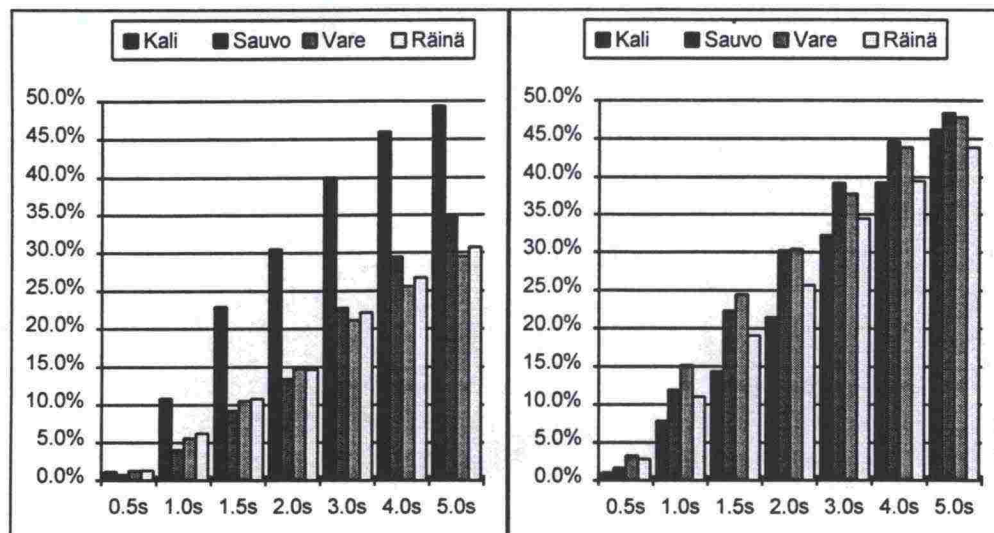
v85-nopeus Kevyet ajoneuvot Päiväliikenne (klo 7-19)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			107.5	111.2	3.8	110.9	112.4	1.5
2. mittaus	19/10-02/11/1993			105.3	108.5	3.2	108.5	109.8	1.3
3. mittaus	17/11-02/12/1993			102.5	104.5	2.0	106.4	107.7	1.3
4. mittaus	22/06-04/07/1994			104.0	109.1	5.1	107.7	109.6	1.8
Keskimäärin				104.8	108.3	3.5	108.4	109.9	1.5

v85-nopeus Kevyet ajoneuvot Yöliikenne (klo 19-7)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			111.1	114.0	2.9	114.4	114.9	0.5
2. mittaus	19/10-02/11/1993			108.1	110.6	2.5	110.9	111.3	0.5
3. mittaus	17/11-02/12/1993			105.4	106.4	0.9	109.1	109.8	0.6
4. mittaus	22/06-04/07/1994			106.9	110.9	4.0	112.0	113.2	1.2
Keskimäärin				107.9	110.4	2.6	111.6	112.3	0.7

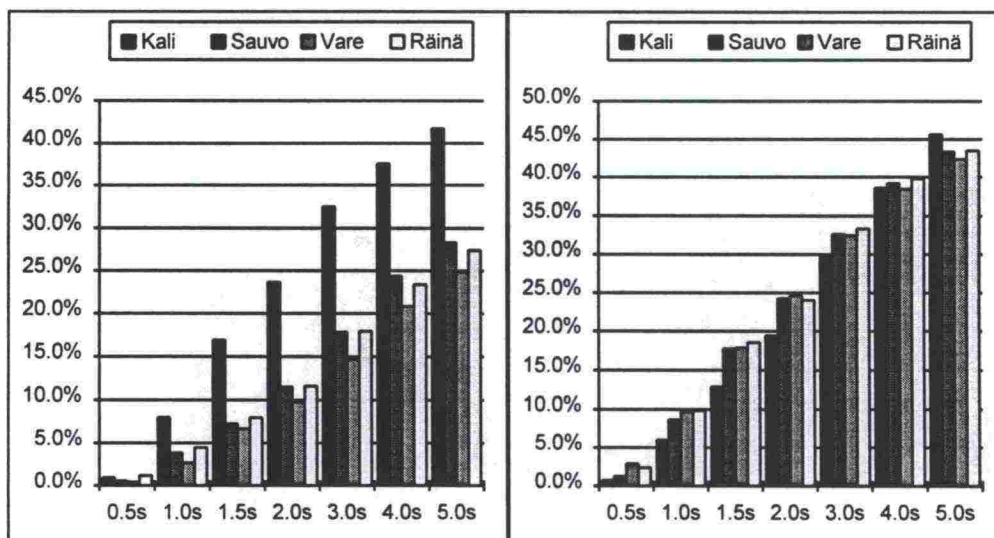
v85-nopeus Raskaat ajoneuvot Päiväliikenne (klo 7-19)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			93.4	93.5	0.1	95.1	94.5	-0.6
2. mittaus	19/10-02/11/1993			92.8	92.6	-0.2	92.7	93.5	0.8
3. mittaus	17/11-02/12/1993			90.7	90.0	-0.7	91.4	91.6	0.2
4. mittaus	22/06-04/07/1994			92.0	93.3	1.3	92.7	92.7	0.0
Keskimäärin				92.2	92.3	0.1	93.0	93.1	0.1

v85-nopeus Raskaat ajoneuvot Yöliikenne (klo 19-7)				Oulun suunta			Kemin suunta		
				Normaali	Leveä	Muutos	Normaali	Leveä	Muutos
				Kalimenoja	Varepudas		Sauvonsuo	Räinänperä	
1. mittaus	28/09-04/10/1993			95.1	92.7	-2.4	94.3	93.6	-0.7
2. mittaus	19/10-02/11/1993			92.9	91.8	-1.1	92.2	92.5	0.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993			90.9	90.9	0.0	92.0	92.6	0.5
4. mittaus	22/06-04/07/1994			91.8	92.4	0.6	92.6	92.6	-0.1
Keskimäärin				92.7	91.9	-0.7	92.8	92.8	0.0

Ajoneuvovälijakaumat (painotettu keskiarvo)

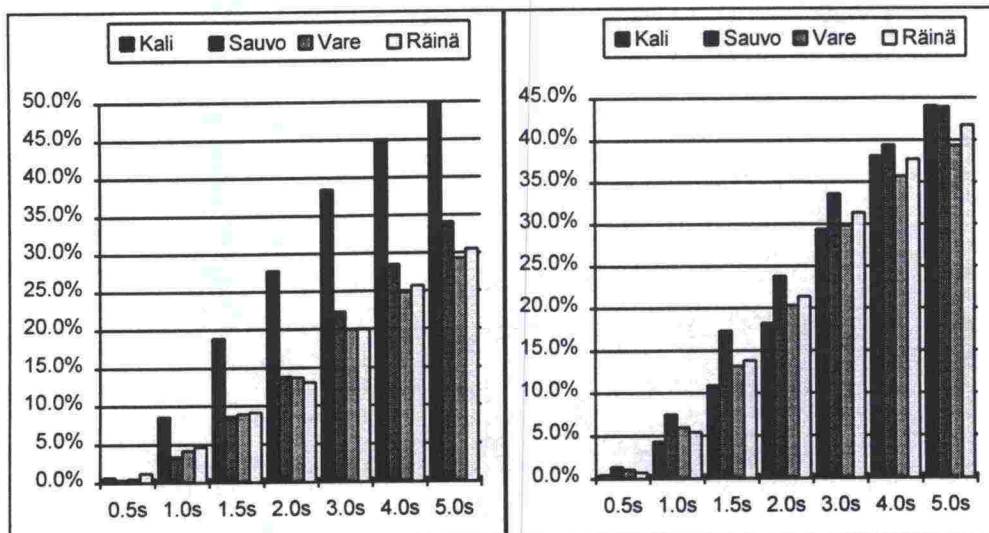


Kuva 1. Ajoneuvovälijakaumat aamu- (vas.) ja iltaruuhkassa (oik.) 1.mittausjaksossa.

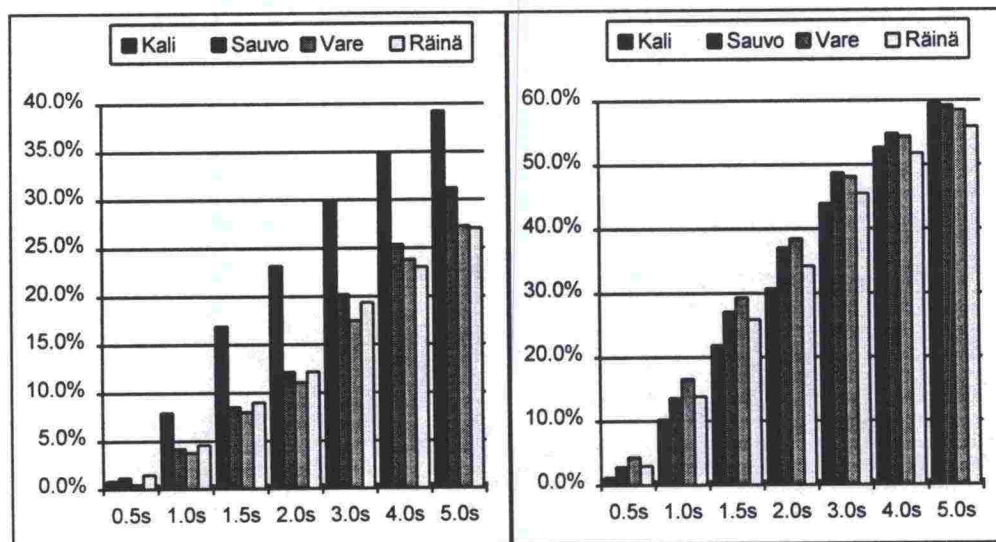


Kuva 2. Ajoneuvovälijakaumat aamu- (vas.) ja iltaruuhkassa (oik.) 2.mittausjaksossa.

Ajoneuvovälijakaumat (painotettu keskiarvo)



Kuva 3. Ajoneuvovälijakaumat aamu- (vas.) ja iltaruuhkassa (oik.) 3.mittausjaksossa.



Kuva 4. Ajoneuvovälijakaumat aamu- (vas.) ja iltaruuhkassa (oik.) 4.mittausjaksossa.

JONOPROSENTTI RUUHKA-AIKOINA (Painottamaton keskiarvo)

Jonoprosentti Aamuruuhka Oulun suunta		Normaali Kalimenoja	Normaali Sauvonsuo	ka	Leveä Varepudas	Leveä Räinänperä	ka
1. mittaus	28/09-04/10/1993	49.0	35.2	42.4	28.8	29.0	29.7
2. mittaus	19/10-02/11/1993	43.2	30.4	36.8	26.0	28.6	27.3
3. mittaus	17/11-02/12/1993	50.1	34.3	40.9	29.9	31.6	31.1
4. mittaus	22/06-04/07/1994	38.7	31.5	34.3	27.6	28.3	28.4
Keskimäärin		45.3	32.9	38.6	28.1	29.4	29.1

Jonoprosentti Iltaruuhka Kemin suunta		Normaali Kalimenoja	Normaali Sauvonsuo	ka	Leveä Varepudas	Leveä Räinänperä	ka
1. mittaus	28/09-04/10/1993	47.7	48.8	49.0	48.1	44.4	46.2
2. mittaus	19/10-02/11/1993	45.3	44.9	45.1	42.1	43.2	42.2
3. mittaus	17/11-02/12/1993	43.5	43.7	43.6	38.9	41.1	40.0
4. mittaus	22/06-04/07/1994	56.0	56.1	55.6	54.3	52.2	53.3
Keskimäärin		48.1	48.4	48.3	45.9	45.2	45.4

TEOREETTINEN JONOPROSENTTI

1. mittausjakso 271-277

Teoreettinen jonoprosentti	Oulun suunta			Kemin suunta		
	Normaali	Leveä		Normaali	Leveä	
Ajon/h	Kalimenoja	Varepudas	Muutos	Sauvonsuo	Räinänperä	Muutos
50	13.8	11.2	-2.7	11.0	10.8	-0.2
100	24.0	20.5	-3.5	21.6	21.4	-0.2
150	32.9	28.9	-3.9	31.1	30.7	-0.4
200	40.6	36.3	-4.3	39.0	38.3	-0.7
250	47.3	42.5	-4.8	45.2	44.3	-0.9
300	52.8	47.5	-5.2	49.7	48.5	-1.2
	35.2	31.2	-4.1	32.9	32.3	-0.6
	normaali =	34.1	leveä =	31.7	ero =	-2.3

2. mittausjakso 292-307

Teoreettinen jonoprosentti	Oulun suunta			Kemin suunta		
	Normaali	Leveä		Normaali	Leveä	
Ajon/h	Kalimenoja	Varepudas	Muutos	Sauvonsuo	Räinänperä	Muutos
50	14.1	11.4	-2.7	12.0	11.7	-0.3
100	24.0	20.2	-3.7	22.0	21.7	-0.3
150	32.6	28.4	-4.2	30.6	30.4	-0.2
200	40.2	35.8	-4.5	38.1	38.0	-0.1
250	46.8	42.4	-4.4	44.4	44.3	-0.1
300	52.4	48.2	-4.2	49.5	49.4	-0.1
	35.0	31.1	-4.0	32.8	32.6	-0.2
	normaali =	33.9	leveä =	31.8	ero =	-2.1

3. mittausjakso 321-336

Teoreettinen jonoprosentti	Oulun suunta			Kemin suunta		
	Normaali	Leveä		Normaali	Leveä	
Ajon/h	Kalimenoja	Varepudas	Muutos	Sauvonsuo	Räinänperä	Muutos
50	12.1	11.8	-0.3	11.2	13.4	2.2
100	22.9	21.5	-1.4	21.8	23.9	2.1
150	32.5	30.5	-2.0	31.1	33.3	2.2
200	40.8	38.9	-1.8	38.9	41.9	3.0
250	47.4	46.8	-0.7	45.3	49.9	4.6
300	52.6	54.0	1.4	50.2	57.3	7.1
	34.7	33.9	-0.8	33.1	36.6	3.5
	normaali =	33.9	leveä =	35.3	ero =	1.4

4. mittausjakso 173-185

Teoreettinen jonoprosentti	Oulun suunta			Kemin suunta		
	Normaali	Leveä		Normaali	Leveä	
Ajon/h	Kalimenoja	Varepudas	Muutos	Sauvonsuo	Räinänperä	Muutos
50	13.5	12.4	-1.1	12.0	11.9	0.0
100	24.4	22.5	-1.9	23.2	23.4	0.2
150	33.2	31.0	-2.2	31.6	31.5	0.0
200	41.0	38.5	-2.5	38.8	38.4	-0.3
250	48.0	45.2	-2.7	45.2	44.5	-0.6
300	54.2	51.2	-3.0	50.8	49.9	-0.9
350	59.6	56.4	-3.2	55.9	54.7	-1.1
400	64.4	61.0	-3.4	60.3	58.9	-1.3
450	68.4	64.8	-3.6	64.1	62.6	-1.5
500	71.7	67.9	-3.9	67.3	65.7	-1.6
550	74.4	70.3	-4.1	69.9	68.2	-1.7
600	76.3	72.0	-4.3	71.9	70.2	-1.8
	53.9	50.8	-3.1	49.2	48.3	-0.9
	normaali =	51.6	leveä =	49.6	ero =	-2.0

Haukipudas, sivusuuntainen mittaus 27-28/7/1994

Normaaliosuus												
28/07/1994	-0.5...0	0...0.5	0.5...1.0	1.0...1.5	1.5...2.0	2.0...2.5	2.5...3.0	3.0...3.5	Piennar	Ohitus	Ei tulosta	yhteensä
kaikki	8	113	152	66	3				2	11	2	357
raskaat	13	49	28	4					5	1		100
jono	4	46	45	11					2			108
28/07/1994	-0.5...0	0...0.5	0.5...1.0	1.0...1.5	1.5...2.0	2.0...2.5	2.5...3.0	3.0...3.5	Piennar	Ohitus	Ei tulosta	yhteensä
kaikki	2.2%	31.7%	42.6%	18.5%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	3.1%	0.6%	100.0%
raskaat	13.0%	49.0%	28.0%	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.0%	1.0%	0.0%	100.0%
jono	3.7%	42.6%	41.7%	10.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	0.0%	0.0%	100.0%
28/07/1994	-0.5...0	0...0.5	0.5...1.0	1.0...1.5	1.5...2.0	2.0...2.5	2.5...3.0	3.0...3.5	Piennar	Ohitus	Ei tulosta	yhteensä
kaikki	0.00	0.33	0.88	0.58	0.03				-0.01			1.82
raskaat	0.00	0.49	0.57	0.12					-0.05			1.13
jono	0.00	0.43	0.83	0.31					-0.02			1.55
Leveäkaista												
27/07/1994	-0.5...0	0...0.5	0.5...1.0	1.0...1.5	1.5...2.0	2.0...2.5	2.5...3.0	3.0...3.5	Ohitus-o	Ohitus-v	Ei tulosta	yhteensä
kaikki	2	5	30	55	58	102	72	19	4	16	2	365
raskaat	1	9	22	29	16	15	6		1			99
jono		5	16	18	22	28	9					98
27/07/1994	-0.5...0	0...0.5	0.5...1.0	1.0...1.5	1.5...2.0	2.0...2.5	2.5...3.0	3.0...3.5	Ohitus-o	Ohitus-v	Ei tulosta	yhteensä
kaikki	0.5%	1.4%	8.2%	15.1%	15.9%	27.9%	19.7%	5.2%	1.1%	4.4%	0.5%	100.0%
raskaat	1.0%	9.1%	22.2%	29.3%	16.2%	15.2%	6.1%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	100.0%
jono	0.0%	5.1%	16.3%	18.4%	22.4%	28.6%	9.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
27/07/1994	-0.5...0	0...0.5	0.5...1.0	1.0...1.5	1.5...2.0	2.0...2.5	2.5...3.0	3.0...3.5	Ohitus-o	Ohitus-v	Ei tulosta	yhteensä
kaikki	0.00	0.01	0.17	0.48	0.67	1.47	1.24	0.38				4.43
raskaat	0.00	0.09	0.44	0.88	0.65	0.76	0.36					3.18
jono		0.05	0.33	0.55	0.90	1.43	0.55					3.81

PROFILOMETRIMITTAUSTEN TULOKSET 10/9/1993

Leveäkaista Piste	4:n metrin oikolauta				2:n metrin oikolauta		Kaistan leveys (cm)	Huomautus
	keskiura (mm)	sijainti (cm)	reunaura (mm)	sijainti (cm)	keskiura (mm)	reunaura (mm)		
oik 23760	2	140	4	400	2	4	525	keskiviiva painunut
oik 24520	0	160	1	400	0	1	520	
oik 26200	3	160	1	400	2	3	520	
oik 28000	3	160	0		0	2	510	reuna painunut
oik 28360	3	140	1.5	440	1	1.5	510	
vas 23760	3	140	0		2	0	500	
vas 24520	2	50	0		2	0	500	
vas 26200	0		2	380	0	2	515	
vas 28000	3	160	0		2	0	515	
vas 28360	3	140	1	440	2	1	515	
Keskiarvo	2.20	139	1.05	410	1.30	1.45	513	
Hajonta	1.23	35	1.26	24	0.95	1.34		

Normaali Piste	4:n metrin oikolauta				2:n metrin oikolauta		Kaistan leveys (cm)	Huomautus
	keskiura (mm)	sijainti (cm)	reunaura (mm)	sijainti (cm)	keskiura (mm)	reunaura (mm)		
oik 13200	5	60	1	310	5	1	360	reuna painunut
oik 14280	0		0		0	0	370	
oik 16480	5	60	0		0	0	370	
oik 19000	3	140	0		1	0	365	keskiviiva painunut
oik 20000	0		0		0	0	365	keskiviiva painunut
vas 13200	0		0		0	0	370	
vas 14280	6	140	0		5	0	370	
vas 16480	0		0		0	0	370	keskiviiva painunut
vas 19000	0		1	290	0	1	370	
vas 20000	3	140	2	240	3	2	365	
Keskiarvo	2.20	108	0.40	280	1.40	0.40	368	
Hajonta	2.49	44	0.70	36	2.12	0.70		

PROFILOMETRIMITTAUSTEN TULOKSET 25/7/1994

Leveäkaista Piste	4:n metrin oikolauta				2:n metrin oikolauta		Kaistan leveys (cm)	Huomautus
	keskiura (mm)	sijainti (cm)	reunaura (mm)	sijainti (cm)	keskiura (mm)	reunaura (mm)		
oik 23760	2	150	4	450	2	3	525	reuna painunut reuna painunut reuna painunut
oik 24520	0		2	260	0	2	520	
oik 26200	3	20*	2	380	3	2	520	
oik 28000	1.5	130	2	400	1	2	510	
oik 28360	5	200	0		3	0	510	
vas 23760	6	130	2	250	5	2	500	
vas 24520	5	180	1	260	3	1	500	
vas 26200	7	160	0		5	0	515	
vas 28000	3	160	0		3	0	515	
vas 28360	7	160	2	360	6	2	515	
Keskiarvo	3.95	159	1.50	337	3.10	1.40	513	
Hajonta	2.41	24	1.27	80	1.85	1.07		

* ei keskiarvossa mukana

Normaali Piste	4:n metrin oikolauta				2:n metrin oikolauta		Kaistan leveys (cm)	Huomautus
	keskiura (mm)	sijainti (cm)	reunaura (mm)	sijainti (cm)	keskiura (mm)	reunaura (mm)		
oik 13200	10.5	120	6	270	8	4	360	keskiviiva painunut keskiviiva painunut
oik 14280	4	100	0		3	0	370	
oik 16480	8	110	2	340	7	2	370	
oik 19000	3	150	2	340	3	2	365	
oik 20000	4	140	3	320	4	2	365	
vas 13200	3	160	2	340	3	2	370	
vas 14280	15	140	4	300	9	2	370	
vas 16480	4	150	4	290	3	3	370	
vas 19000	0		3	300	0	3	370	
vas 20000	4	140	3	260	4	3	365	
Keskiarvo	5.55	134	2.90	307	4.40	2.30	368	
Hajonta	4.39	20	1.60	30	2.76	1.06		

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 18/1994 Liikenne palvelee ja muuttaa yhdyskuntaa - maankäytön ja liikenteen vuorovaikutus. TIEL 3200228
- 19/1994 Kelin kokemisen, rengaskunnon ja rengastyypin vaikutus nopeuskäyttäytymiseen. TIEL 3200229
- 20/1994 Kansalaisten ja suunnittelijoiden vuoropuhelu Pasilanväylän yleissuunnittelussa. TIEL 3200230
- 21/1994 HOV-ratkaisut; Liikenteen hallintaprojekti S6. TIEL 3200231
- 22/1994 Nopeus-liikennefunktioiden muodostaminen LAM-aineistosta. TIEL 3200232
- 23/1994 Selvitys tavanomaisen risteys- tai vesistö sillan rakennuttamisesta. TIEL 3200233
- 24/1994 Tien pohja- ja päällysrakenteet - tutkimusohjelma (TPPT); Työn toiminta- ja laatusuunnitelma vuodelle 1994. TIEL 3200234
- 25/1994 Bitumistabilointi. TIEL 3200235
- 26/1994 Meluntorjunta ja tieympäristörakenteet kaupunkikuvassa; Tutustumismatka Ranskaan ja Espanjaan. TIEL 3200236
- 28/1994 Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuudet: vuoden 1993 kuormituskokeet. TIEL 3200238
- 29/1994 Kokeneiden ja kokemattomien kuljettajien tilanteen hallinta eräissä liikennetilanteissa. TIEL 3200239
- 30/1994 Kallioleikkaukset. TIEL 3200240
- 31/1994 Ohituskastatien liikennevirran perusominaisuudet. TIEL 3200241
- 32/1994 Moottori- ja moottoriliikenneteiden onnettomuudet 1988-92. TIEL 3200242
- 33/1994 Pasilanväylän vuoropuhelun ongelmat. Keskushallinto
- 34/1994 Talvirengastutkimus: Talvirenkaiden kulumis- ja kitkaominaisuuksien vertailu sekä käyttö ja kunto talvikaudella 1993-94. TIEL 3200243
- 35/1994 Ajokäyttäytyminen ohituskastatiella. TIEL 3200244
- 36/1994 Kaupunkimoottoriväylän utopiat. TIEL 3200245
- 37/1994 Taajamakeskusten ohikulkuteiden liikenneturvallisuus ja ympäristöön sopeuttaminen. TIEL 3200246
- 38/1994 Tiestön kunnossapito vähemmällä suolauksella. Loppuraportti väestön asenteista Kuopion läänin kokeiluun talvikausina 1992-1994. TIEL 3200247
- 39/1994 Tiepenkereen siirtymärakenteet pehmeikölle. TIEL 3200248
- 40/1994 Liikenne ja taajamarakenne. TIEL 3200249
- 41/1994 Ympäristön ohjausjärjestelmien muutokset - tielaitoksen suunnittelu ja päätöksenteko. TIEL 3200250
- 42/1994 Nauhapystyöjitus. TIEL 3200251